

APLICACIÓN GAMIFICADA PARA EL APRENDIZAJE Y CONTROL DE LA DIABETES DE TIPO I

A GAMIFIED APP FOR LEARNING AND CHECKING TYPE 1 DIABETES



TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO 2020-2021

AUTOR
MIRIAM LÓPEZ SIERRA

DIRECTOR
GUILLERMO JIMÉNEZ DÍAZ

GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA
FACULTAD DE INFORMÁTICA
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

AGRADECIMIENTOS

Quería dar las gracias a mi tutor Guillermo Jiménez por la paciencia que ha tenido conmigo, además de ayudarme durante el desarrollo de este proyecto.

También quería agradecer a todas las personas que me han abierto sus puertas y me ha contado su experiencia personal, la cual me ha ayudado a entender por lo que pasan las personas diagnosticadas con diabetes y a hacer este proyecto lo mejor posible.

RESUMEN

La diabetes es una enfermedad que se desencadena cuando el páncreas no genera suficiente insulina. A pesar de que esta enfermedad afecta a un gran número de personas en el mundo (aproximadamente el 9 % de la población mundial) no tiene una gran visibilidad en la población (1).

En este proyecto vamos a realizar una aplicación web que ayude a desarrollar buenos hábitos para aquellas personas que padezcan la diabetes de tipo I o que sean responsables de alguien que lo padece. Para ello se va a usar la técnica de la Gamificación, con la cual se espera hacer que tareas que pueden llegar a ser tediosas o aburridas puedan ser algo más interesantes, motivando al usuario para crear buenos hábitos cada día.

Palabras clave

Diabetes tipo I, Gamificación

ABSTRACT

The Diabetes is a disease that occurs when the pancreas doesn't produce enough insulin, which triggers multiple problems throughout the organism. Despite the fact that this disease affects approximately 9% of the world's population, there is not a great social awareness about it (1).

In this project, we are going to create a new Web Application, which will help people with type I Diabetes or people who are in charge of children who suffer from it. For this, we are going to use a technique called Gamification to deal with tasks that can be tedious or boring to be more interesting, and motivate the user to create good habits every day.

Keywords

Diabetes Type I, Gamification

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Agradecimientos	I
Resumen	II
Abstract	III
Índice de contenidos	IV
Índice de figuras	VII
Índice de tablas	IX
Capítulo 1 - Introducción	1
1.1 Motivación	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Plan de trabajo	3
Chapter 1 – Introduction	4
1.1 Motivation	4
1.2 Objectives	5
1.3 Work plan	5
Capítulo 2 - Estado del arte	7
2.1 Gamificación	7
2.2 Aplicaciones para el control de la diabetes	12
2.2.1 Conclusiones	17
Capítulo 3 - Diseño de la aplicación	19
3.1 Investigación	19
3.1.1 Hipótesis de personas primarias	19
3.1.2 Entrevistas	20
3.2 Variables del comportamiento	22

3.3 Escenarios.....	23
3.3.1 Escenarios de registro de datos y personalización de avatar	23
3.3.2 Escenarios de aprendizaje	25
3.4 Requisitos funcionales	30
3.5 Framework de diseño	30
3.5.1 Primera iteración	30
3.5.2 Segunda iteración	35
3.5.3 Resultado final	40
Capítulo 4 - Arquitectura e implementación.....	51
4.1 Arquitectura	51
4.1.1 Cliente	52
4.1.2 Servidor.....	55
4.2 Implementación	57
4.2.1 Cliente	57
4.2.2 Servidor.....	58
4.2.3 Control de Versiones.....	59
4.2.4 Despliegue	59
Capítulo 5 - Evaluación.....	61
5.1 Objetivos.....	61
5.2 Métodos.....	61
5.3 Resultados	65
5.4 Conclusiones	66
Capítulo 6 - Conclusiones	67
6.1 Trabajo futuro	68
Capítulo 7 - Conclusions	70

7.1 Future work	71
Bibliografía.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 – Fabulous: Pantalla principal	9
Figura 2-2 – Fabulous: Tipos de reto	9
Figura 2-3 – Forest: Pantalla principal.....	10
Figura 2-4 – Forest: Historial diario.....	11
Figura 2-5 – Pou: Pantalla principal con estados feliz, enfermo y hambriento.....	12
Figura 2-6 – Glucosa a lo largo del día.....	14
Figura 2-7 Informe diario de niveles de glucosa	14
Figura 2-8 Informe mensual de niveles de glucosa	14
Figura 2-9 MySugr: Pantalla principal.....	15
Figura 2-10 – MySugr: Logros.....	16
Figura 2-11 – SocialDiabetes: Pantalla principal web y chat móvil.....	17
Figura 3-1 Iteración 1: Vista principal	31
Figura 3-2 Iteración 1: Inventario	33
Figura 3-3 – Iteración 1: Tienda.....	33
Figura 3-4 – Iteración 1: Configuración.....	34
Figura 3-5 – Iteración 1: Diario	34
Figura 3-6 – Iteración 2: Pantalla principal	36
Figura 3-7 – Iteración 2: Inventario y tienda	37
Figura 3-8 – Iteración 2: Vista diario	38
Figura 3-9 – Iteración 2: Vista del diario de un determinado día	38
Figura 3-10 – Formulario de comidas y formulario para registrar la glucosa.....	39
Figura 3-11 – Formulario de registro de Insulina.....	39
Figura 3-12 Resultado final: Pantalla principal	41

Figura 3-13 Diario	42
Figura 3-14 Formulario comida	43
Figura 3-15 Lista de selección de alimentos.....	44
Figura 3-16 Anotación glucemia.....	45
Figura 3-17 Anotación insulina.....	46
Figura 3-18 Tienda.....	47
Figura 3-19 Inventario	48
Figura 3-20 Escenario de aprendizaje: notificación	49
Figura 3-21 - Notificación pantalla principal	50
Figura 4-1 Diagrama de módulos: Cliente	52
Figura 4-2 Diagrama de clases: Usuario	53
Figura 4-3 Diagrama de clases: Tienda e Inventario	53
Figura 4-4 Diagrama de clases: Diario	54
Figura 4-5 Diagrama de clase: Comidas.....	55
Figura 4-6 Diagrama Servidor	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Escenario 1: Aprendizaje de glucosa en ayunas	26
Tabla 2 – Escenario 2: Aprendizaje de control de glucosa durante una hipoglucemia..	28
Tabla 3 - Escenario 3: Aprendizaje del control de la glucosa durante una hiperglucemia	30
Tabla 4 Guía para el usuario: Glucemia.....	62
Tabla 5 Guía para el usuario: Hipoglucemia	62
Tabla 6 Guía para el usuario: Hiperglucemia	63
Tabla 7 Guía para el usuario: Diario de comidas	63
Tabla 8 Guía para el usuario: Diario de insulina.....	63
Tabla 9 Guía para el usuario: Compra en tienda.....	64
Tabla 10 Guía para el usuario: Personalización con inventario.....	64

Capítulo 1 - Introducción

La Gamificación es un método de aprendizaje que, aunque se lleve practicando desde hace mucho tiempo en el sector educativo ha logrado una alta popularidad en los entornos digitales.

En este proyecto vamos a detallar el diseño y desarrollo de una aplicación web que usará la Gamificación para el aprendizaje de aquellas tareas rutinarias y necesarias que se deberían realizar si se padece de diabetes de tipo I.

1.1 Motivación

Los alimentos que ingerimos durante las comidas son transformadas en glucosa y otros nutrientes necesarios, que son absorbidos al torrente sanguíneo. La insulina es una hormona natural que produce nuestro organismo y la cual es la encargada de preparar las células para que pueda entrar la glucosa en sangre que suministra energía a todo el cuerpo. Si el cuerpo no genera suficiente insulina se provoca un aumento de glucosa en sangre que a largo plazo puede generar graves y permanentes problemas de salud en el corazón, los ojos, los riñones, los nervios e incluso en las encías y los dientes (2).

Generalmente hay dos tipos de diabetes que producen que el nivel de glucosa en sangre sea más elevado de lo normal, pero lo hacen de distinta forma: la diabetes de tipo 1 y la diabetes de tipo 2. La diabetes de tipo 1 es aquella que ocurre cuando el páncreas pierde su capacidad de generar insulina o no genera la cantidad suficiente. Se trata de una de las enfermedades crónicas infantiles más frecuentes. La diabetes de tipo 2 en cambio se produce cuando a pesar de que el páncreas genera la cantidad adecuada de insulina el cuerpo presenta resistencia a esta hormona (3).

Las vidas de las personas que padecen esta enfermedad crónica cambia drásticamente al ser diagnosticadas: nuevos horarios de comidas, controles diarios y continuos de glucosa en sangre, hidratos de carbono ingeridos (se deben contar los hidratos de carbono que se van a ingerir para mantener la glucosa en equilibrio), cálculo de insulina que proporcionar, cuánto ejercicio realizar... En resumen, es mucha

información que hay que procesar cuando se diagnostica, y es preciso un control exhaustivo. Esto puede no ser un problema para adultos o jóvenes adultos (a pesar de que esta enfermedad afecte a temprana edad no significa que no pueda ser diagnosticada en la edad adulta), pero sí puede ser un problema para algunos niños en el caso de que no se encuentren con alguien cerca que les recuerde continuamente qué deben hacer, cuándo o cómo deben hacerlo.

1.2 Objetivos

En la actualidad podemos observar que existen múltiples aplicaciones web o móviles que ayudan a llevar un control de todo aquello que una persona con diabetes necesita en su día a día. Esto puede ser muy útil para alguien con experiencia, pero que puede atraer poco o incluso ser complicado para alguien que todavía esté aprendiendo a cómo controlarlo. Existen muy pocas aplicaciones (si no ninguna) orientada a un aprendizaje interactivo que pueda atraer y ayudar a niños y jóvenes.

En este proyecto nos centraremos en desarrollar una aplicación web que permita mediante el uso de la Gamificación un aprendizaje de las rutinas de control y corrección de la glucosa en sangre de manera divertida y eficaz. Es por ello que todas las acciones que el usuario realice correctamente serán recompensadas, y los errores que éste cometa no serán penalizados sino que se tomarán como una oportunidad de aprendizaje: en lugar de ser castigado, se mostrarán en pantalla cuáles son los pasos ideales a seguir en futuras ocasiones. De cada problema que surge se genera una nueva oportunidad de aprender. Como queremos que esta aplicación sea accesible para el mayor número de personas posibles, se va a realizar en un entorno web, de manera que se pueda acceder en cualquier momento o lugar desde un ordenador, Tablet o móvil.

El proyecto se centrará en un pequeño juego donde el usuario tenga que cuidar a un avatar que padecerá a su vez la diabetes. Todo lo que el usuario registre, se verá reflejado en el avatar. Por ejemplo, si el usuario registra un nivel de glucosa bajo, el avatar se mostrará enfermo hasta que el problema se haya solucionado. El avatar además ayudará al usuario mostrando cuáles serían los pasos ideales a seguir. Si lo cumple, será recompensado. El usuario irá obteniendo monedas virtuales con

cada acción que realice correctamente. La aplicación tendrá una la opción de poder gastar estas monedas virtuales en personalizar el avatar y su entorno.

Además del juego, la plataforma incluirá una herramienta que funcionará como un registro de múltiples factores que ayudarán al usuario a llevar un seguimiento día a día de comidas, niveles de glucosa e insulina aplicada.

1.3 Plan de trabajo

Para el desarrollo de este proyecto, en primer lugar se realizará un estudio de las aplicaciones similares que hay actualmente en el mercado, así obtendremos una idea de qué funcionalidades podremos incluir en nuestro proyecto o incluso buscar ideas para el diseño. Esto se podrá ver en el [Capítulo 2](#).

A continuación se realizarán entrevistas para conocer las necesidades de los usuarios finales a los que va destinada la aplicación, y a partir de éstas obtener qué requisitos funcionales tendrá la aplicación final. En el [Capítulo 3](#) podemos ver el resultado de las investigaciones y entrevistas, los requisitos y escenarios que tendrá nuestra aplicación además del proceso de diseño iterativo de la aplicación.

Continuaremos con el desarrollo de la aplicación en base a los datos recabados y el diseño creado. En el [Capítulo 4](#) podremos ver la arquitectura de nuestro proyecto, y se describirá el proceso de desarrollo, las tecnologías utilizadas y el proceso de despliegue.

Mejoraremos y mediremos la usabilidad de nuestra aplicación mediante una evaluación final con usuarios cuyas entrevistas y conclusiones podremos ver en el [Capítulo 5](#).

Concluiremos nuestro proyecto con un [Capítulo](#) de conclusiones y contaremos con más detalle el trabajo futuro.

Chapter 1 – Introduction

The Gamification is a learning technique that even if it was commonly used in the education sector has become very popular in digital environments.

In this project we are going to design and develop a web application that will use the Gamification to teach those tasks that are necessary if you have diabetes type I and that can be hard and tedious to accomplish every day.

1.1 Motivation

When we eat, food is transformed into glucose and other necessary nutrients that enter the bloodstream. Then a natural hormone produced by our body called insulin will be the responsible of preparing the cells to transport this glucose and provide energy to the whole organism. If the body doesn't generate insulin enough, this will result in an increase in blood sugar which in the long term can end up in serious and permanent health problems in heart, eyes, kidneys, nerves and even in teeth and gums (2).

There are two main types of diabetes that increase the blood sugar levels, but it makes it in different ways: diabetes type I and diabetes type II. Diabetes type I is a chronic condition in which the pancreas generates little or no insulin and it is one of the more common chronic childhood diseases. Diabetes type II on the other hand is a chronic condition too but in this one the pancreas generates insulin enough but the organism doesn't respond to insulin as well as they should (3).

People who suffer from this chronic disease have to drastically change their lifestyle when they are diagnosed: They have to set schedule for mealtimes, periodic controls of blood sugar, carbohydrates count (they have to count how many carbohydrates they eat to have their blood sugar levels under control), how many insulin doses need to apply, how much exercise they have to do... Long story short, they have to process a lot of new information when they are diagnosed and an exhaustive control is required. This can be no problem to adults or young adults (even if this disease is commonly diagnosed on early ages it does not mean that can't be diagnosed in

adulthood), but it can be for children and juniors when they don't have someone constantly reminding what, when and how they have to do it.

1.2 Objectives

Nowadays we can see a lot of web applications or mobile apps that help people with diabetes to have under control all the things that they need. This can be useful for someone with experience but it can be not interesting or complicated for someone who is still trying to figure out how to control this disease. There are very few applications that are oriented to an interactive learning that can be interesting and that help children and young people to learn and create new healthy routines.

In this project we will design and develop a web application that will help users to learn more about diabetes, control routines and blood sugar corrections in an efficient and fun way with the use of Gamification. All actions that the user performs correctly will be rewarded while mistakes won't be penalized, we will take them as a learning opportunity: instead of being punished, the correct way to proceed next time will be shown on the screen. From every problem that occurs, an opportunity to learn will appear. As we want this application to be accessible from anywhere, we will deploy it in a web environment so that users can enter the app from a computer, a phone or a tablet.

This project will be a game in which the user has to take care of an avatar that will also have diabetes. All the controls that the user registers will be reflected in the avatar. For example: if the user has blood sugar below target levels the avatar will appear sick until the problem is fixed. The avatar will display the desired actions that the user should follow to solve the problem and, if the problem is solved, the user will be rewarded with virtual coins that can be spent in the virtual store to customize the avatar and its environment. The game also functions as a tool to record all the data that will help the user to keep a diary of their meals, blood sugar levels and insulin applications.

1.3 Work plan

For the development of this project, first of all, we will do a research phase and look at similar applications that exist today. This way we will have an idea of what we

can have in our project or even find some design ideas. We will see more details in [Chapter 2](#).

The next step we will take will be interviews to find out the requirements of the end users, and then we will define some of the functionalities of our app. In [Chapter 3](#) we will see the results and conclusions of our research and interviews, the requirements, the scenarios and even the interface of our application that we will have designed.

We will continue with the development of our application using all the information and designs we have obtained from the previous steps. In [Chapter 4](#) we will see the architecture of our project and give more details about the development process, technologies we have used and the deployment process.

We will improve the design of our application and check if the interface is user friendly and if the information displayed is correct by doing some interviews and evaluations. We can see the results and conclusions in [Chapter 5](#).

We will finish our project with a chapter of conclusions and future work, as we can see in [Chapter 6](#).

Capítulo 2 - Estado del arte

En este capítulo se profundizará en el estudio y diseño del proyecto. En esta aplicación nos basaremos en la técnica de aprendizaje conocida como Gamificación, por lo que comenzaremos el capítulo con una descripción del mismo. Una vez ya sabemos en qué consiste y cuáles serán las bases de nuestra aplicación buscaremos aplicaciones que se asemejen a nuestro proyecto: comenzaremos con aplicaciones que usen la gamificación para buscar ejemplos de cómo podemos incluirlo en el proyecto y a continuación veremos cuáles son las aplicaciones más conocidas y más usadas para el control de la diabetes.

2.1 Gamificación

La Gamificación es una técnica de aprendizaje que consiste en aplicar la mecánica de los juegos en actividades no recreativas (que pueden llegar a ser poco interesantes o incluso aburridas) con el fin de captar la atención del usuario y generar una experiencia positiva que facilite la interiorización de nuevos conocimientos, mejorar alguna habilidad o incluso recompensar acciones concretas (3). La Gamificación se centraría al fin y al cabo en motivar al usuario y crear un compromiso de una manera divertida y productiva, que le aporte ganas de seguir mejorando a través del juego.

Las técnicas más utilizadas en este método (y que utilizaremos posteriormente en nuestro proyecto) son (4):

- **La acumulación de puntos:** Se asigna un sistema de puntos que se le irán otorgando al usuario según se vayan realizando distintas acciones y que se irán acumulando a lo largo del juego.
- **Escalado de niveles:** Se definen una serie de niveles que el usuario deberá ir superando.
- **Recompensas:** Con la recompensa se incentiva para llevar a cabo una actividad (como puede ser la anotación de hidratos de carbono en nuestro caso).

- **Autoexpresión:** El usuario podrá expresar su personalidad y originalidad ante otros jugadores que motivará el uso de la aplicación. Esto se realizará mediante la personalización de nuestro avatar.

Como podemos observar la gamificación es una técnica muy útil para mantener al usuario interesado en nuestra aplicación mientras aprende. Si esta técnica la complementamos con un dispositivo que está disponible a todas horas como es con el caso de los Smartphone, podemos encontrarnos con una herramienta imprescindible para nuestras vidas. Es por esta razón que cada vez se ve más veces esta técnica aplicada a las nuevas tecnologías como aplicaciones web y móviles. Algunos ejemplos de estos tipos de aplicación son los siguientes:

- **Fabulous**

Se trata de una aplicación móvil en la que usan retos diarios para ayudarte a cumplir los objetivos que quieras marcarte: ejercicio diario, beber más agua, mediar o aumentar la concentración en el trabajo entre otros. La aplicación utiliza una interfaz muy sencilla pero efectiva, es fácil de entender y de usar, permite ver los retos cumplidos, el reto actual, además de los retos futuros, con lo que saca el lado más competitivo del usuario.

En la Figura 2-1 podemos ver la pantalla principal de la aplicación, donde se ven los logros conseguidos además de los próximos logros pendientes. En la Figura 2-2 se muestra un ejemplo de los tipos de retos que podemos establecer.

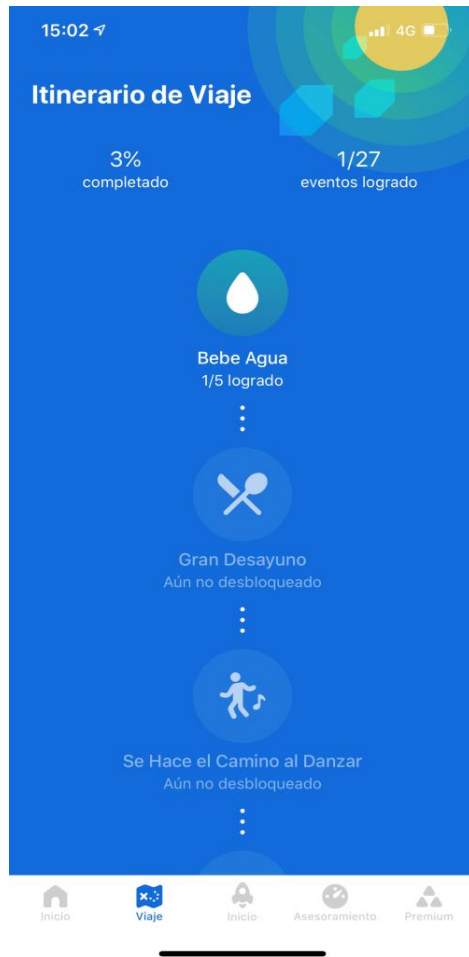


Figura 2-1 – Fabulous: Pantalla principal

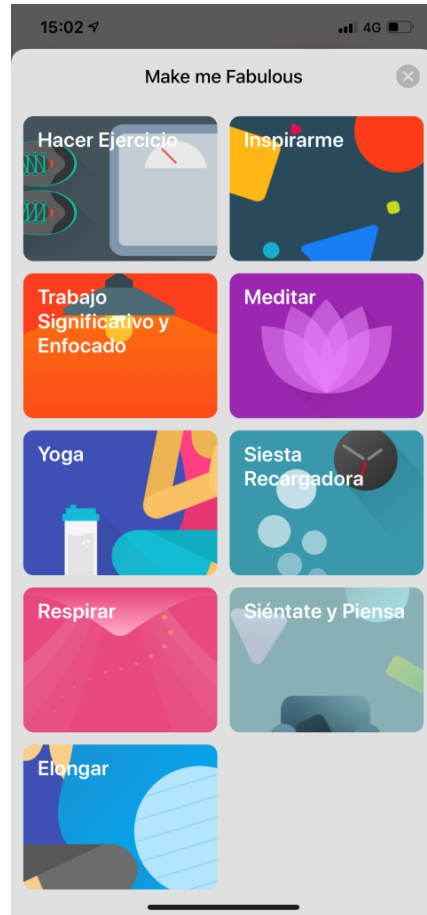


Figura 2-2 – Fabulous: Tipos de reto

Otra función interesante de la aplicación es que permite administrarte alarmas para recordarte cuándo debes cumplir el reto además de ofrecer consejos para poder cumplirlos. Se trata de una aplicación gratuita, pero que ofrece más servicios con una suscripción mensual de pago.

De esta aplicación nos fijaremos en la manera en la que consigue atrapar al usuario mediante los retos diarios y como le ayuda a conseguirlos evitando frustraciones.

- **Forest: Stay focused**

Esta es una aplicación móvil muy útil para mejorar la concentración y evitar el uso del móvil. En este caso la Gamificación se usa mediante el sistema de recompensas, y la temática es muy fácil: cuando el usuario decide concentrarse planta un árbol y establece el tiempo que pretende estar concentrado (máximo 2h). Durante ese período el usuario no debe usar el móvil o el árbol morirá. Si consigue mantenerse alejado del móvil hasta que el tiempo acabe, se le recompensará con monedas que podrá usar para comprar tipos de árbol o incluso para poder plantar un árbol en la vida real.

En la Figura 2-3 podemos ver la pantalla principal, en la que se puede establecer e iniciar el tiempo de concentración y el tipo de árbol que plantaremos en nuestro bosque virtual.

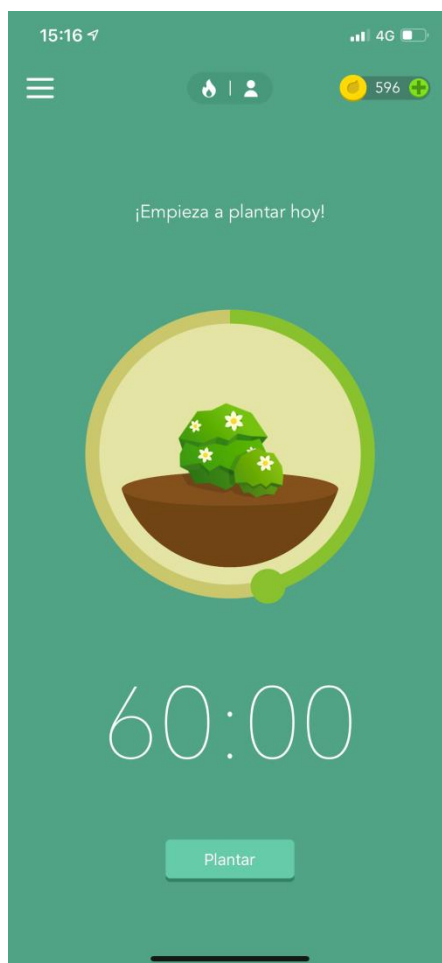


Figura 2-3 – Forest: Pantalla principal

Otra funcionalidad interesante de esta aplicación es el poder ver el historial de uso a lo largo del tiempo ya sea en un día, en una semana, un mes e incluso un año como podemos ver en la Figura 2-4.

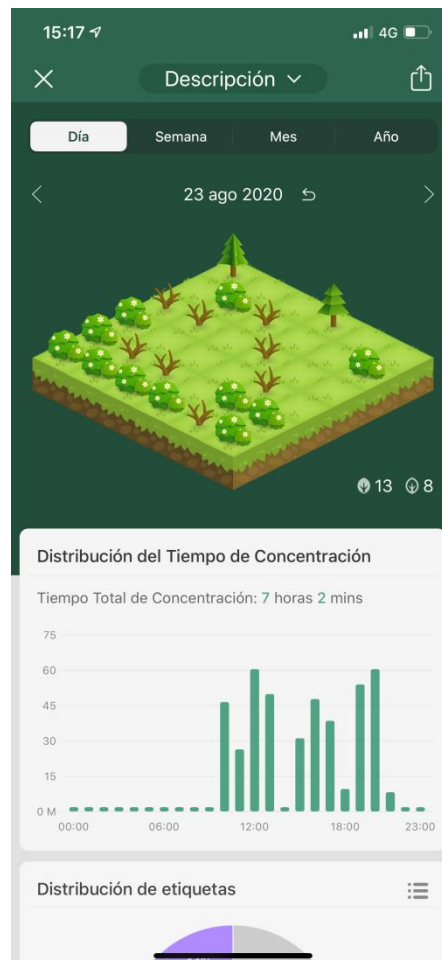


Figura 2-4 – Forest: Historial diario.

- **Pou**

Como hemos mencionado anteriormente, nuestra aplicación se basará principalmente en el cuidado de un avatar y por ello, también investigamos aplicaciones similares. La más importante y la que más se asemeja al objetivo de la aplicación serán la conocida aplicación de Pou.

En esta, nos hacemos cargo de un avatar, al que tendremos que alimentar, limpiar y entretener. Podremos personalizarlo tanto a él como a su entorno, además de poder compartir capturas a quien queramos.

En la Figura 2-5 podemos ver la pantalla principal de la aplicación con el avatar en distintos estados: Sano y feliz, enfermo, y hambriento:



Figura 2-5 - Pou: Pantalla principal con estados feliz, enfermo y hambriento.

2.2 Aplicaciones para el control de la diabetes

Tras realizar la ronda de entrevistas con usuarios que padecen la diabetes de tipo I nos encontramos con una gran oportunidad, y es que en la actualidad nos podemos encontrar múltiples aplicaciones para el control de la diabetes, y múltiples aplicaciones que usan gamificación para crear buenos hábitos, pero no hemos encontrado ninguna que incluya ambas partes y en las que además te enseñen los principios básicos que hay que saber cuándo te diagnostican por primera vez la diabetes de tipo I.

Por ello, y para poder realizar un buen boceto de nuestra aplicación con todos los requisitos necesarios, se va a realizar un estudio de aquellas aplicaciones similares a nuestro fin, y poder obtener ideas de qué y cómo gestionar todos estos requisitos.

Las aplicaciones relacionadas con la diabetes que más se asemejan a la aplicación que queremos desarrollar son las siguientes:

- **App Glucómetro**

Muchos de los usuarios entrevistados mencionaron esta aplicación. Se trata de la aplicación que viene por defecto con el glucómetro, y aunque varía dependiendo de la marca del dispositivo, comparten todos rasgos comunes.

Con estas aplicaciones el usuario puede ver con una sencilla tabla los niveles de glucosa a lo largo del día, recibir alarmas cuando el nivel de glucosa sea muy alto o bajo, agregar notas y compartir los datos obtenidos con otras personas (ya sean familiares o profesionales sanitarios).

En la Figura 2-8 podemos ver un ejemplo de esta aplicación en la que se pueden ver los niveles de glucosa de un usuario a lo largo del mes, y en la Figura 2-7 un informe de las últimas 24 horas.

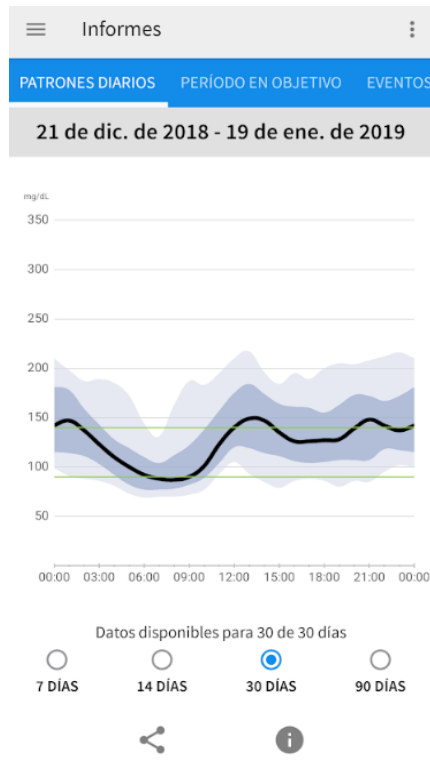


Figura 2-8 Informe mensual de niveles de glucosa

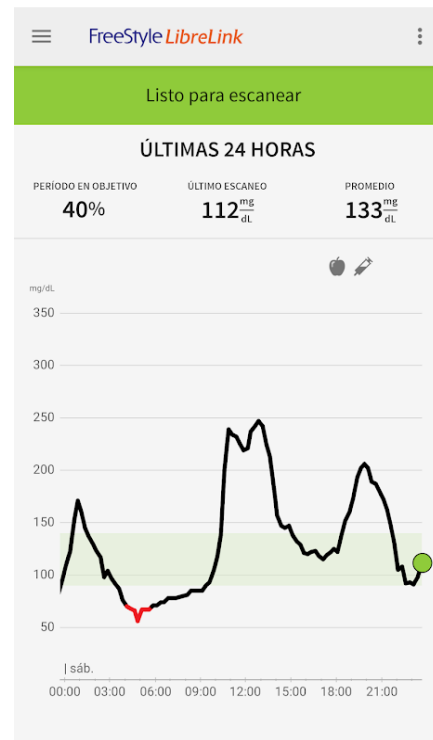


Figura 2-7 Informe diario de niveles de glucosa

- **MySugr**

Se trata de una aplicación hecha por profesionales sanitarios. Esta se trata de una aplicación completa, que te permite ver el historial de anotaciones de alimentos, insulina, ejercicio y estados de ánimo con una sencilla gráfica. Permite vincular tus dispositivos con la aplicación para añadirlos al registro de niveles de glucosa, hiperglucemias e hipoglucemias.

En la Figura 2-9 podemos ver la vista principal de la aplicación, donde se ve el nivel de glucosa a lo largo del día y datos variados del usuario.



Figura 2-9 MySugr: Pantalla principal

En el modo de pago tenemos, como podemos ver en la Figura 2-10, un sistema de logros que el usuario tendrá que ir cumpliendo, los cuales son beneficiosos para su salud, como por ejemplo es el hacer deporte o medirse los niveles de azúcar en sangre durante 7 días seguidos.

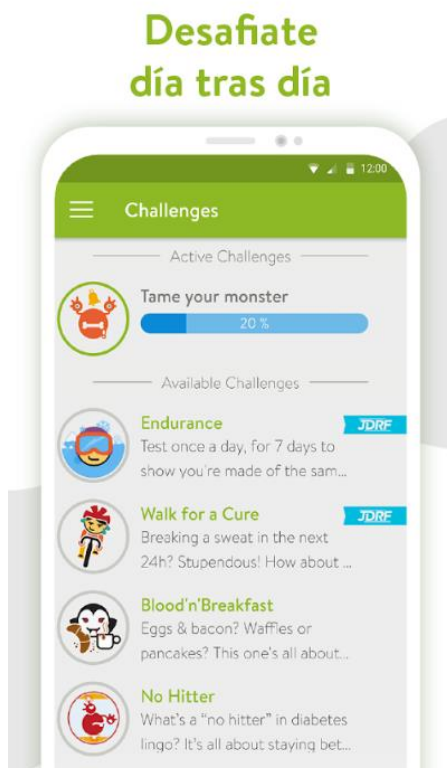


Figura 2-10 - MySugr: Logros

- **SocialDiabetes**

Esta aplicación es multiplataforma, se puede acceder ya sea desde el navegador de un ordenador o desde la aplicación disponible para iOS y Android.

Al igual que las otras, posee gráficas que muestran el progreso en función de tus anotaciones (alimento, glucosa, insulina, medicamento o actividad, pudiendo incluir además fotos de tus comidas).

Posee también calculadora de bolo, de carbohidratos e incluso la cantidad de insulina recomendada por comida registrada (dependiendo también de la configuración añadida en el perfil).

En la Figura 2-11 podemos ver la pantalla principal de la aplicación en versión web, y el chat con un médico profesional a través de la aplicación móvil.

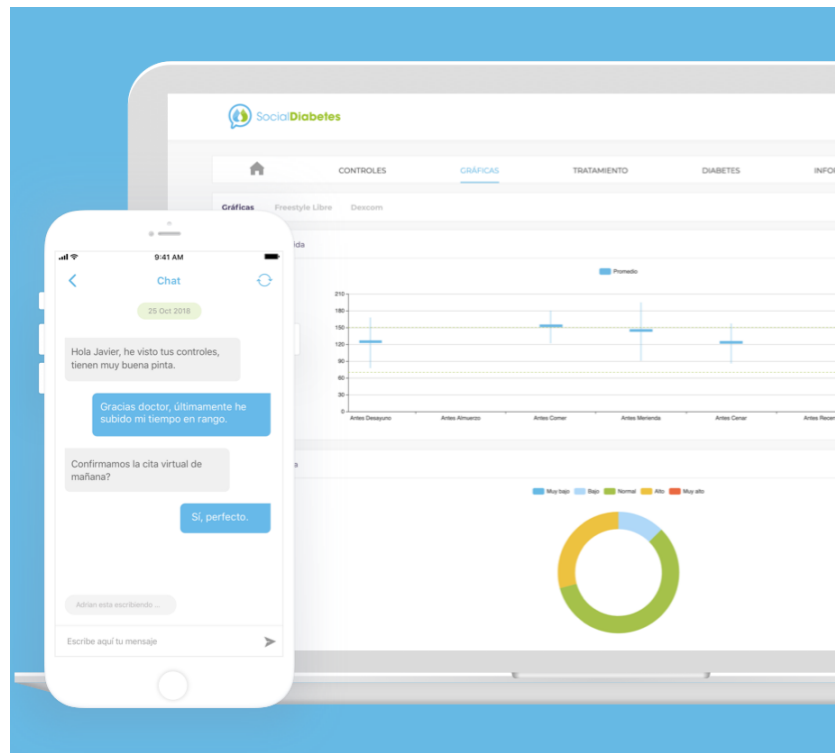


Figura 2-11 – SocialDiabetes: Pantalla principal web y chat móvil

2.2.1 Conclusiones

Tras el estudio de todas estas aplicaciones se tiene claro que la aplicación que se va a desarrollar tendrá elementos de estas aplicaciones:

- El avatar que el usuario tendrá que cuidar será del estilo del avatar que nos encontramos en la aplicación Pou (Figura 2-5).
- El proyecto contará también con un registro de niveles de glucosa, insulinas aplicadas, hidratos de carbono ingeridos y ejercicio realizado (tal y como nos encontramos con las aplicaciones de diabetes descritas anteriormente) y además el usuario podrá visualizar los datos registrados mediante una gráfica cronológica.
- Para el sistema de recompensas y logros nos fijaremos en el sistema utilizado en las aplicaciones de gamificación como la aplicación

Fabulous (Figura 2-2) o incluso del estilo de la aplicación MySugr (Figura 2-10Figura 2-10 - MySugr: Logros).

Hemos visto aplicaciones similares a la que queremos desarrollar en este proyecto y las cuales utilizaremos como referencia para el diseño. El siguiente paso será realizar una pequeña investigación de las personas a las que irá destinada la aplicación, realizar entrevistas para recopilar los requisitos y funciones que tendrá nuestra aplicación y finalmente diseñar la interfaz mediante un diseño iterativo. Todo esto lo podremos ver en el [Capítulo 3](#).

Capítulo 3 - Diseño de la aplicación

En este capítulo se investigará y diseñará la que será la interfaz de nuestra aplicación. Para ello se realizará una fase de investigación en la que se recopilarán las necesidades y requisitos para posteriormente crear los primeros bocetos.

3.1 Investigación

La primera fase a la que nos enfrentamos fue la de investigación. Esta fase es muy importante ya que define los requisitos de nuestra aplicación. Para ello se ha realizado varias tareas:

3.1.1 Hipótesis de personas primarias

La hipótesis de personas primarias se realiza para determinar cuáles son los tipos de usuario que van a utilizar la aplicación y con qué fin. En nuestro caso, hubo cambios de las personas primarias de la primera versión a las siguientes. Al comienzo, la aplicación iba a estar destinada a niños y niñas con diabetes de tipo I y a los padres, madres y tutores que estuvieran a cargo de ellos y ellas, pero, tras varias entrevistas descubrí que la diabetes de tipo I no sólo se puede diagnosticar en la infancia sino además en la edad adulta temprana, y teniendo en cuenta además, que aunque se esté familiarizado con la enfermedad y el tratamiento es útil tener una aplicación en la que ir registrando datos como alimentos, glucosa e insulina que facilite el día a día tanto para adultos como para jóvenes.

Por lo tanto, las personas primarias finales serán usuarios a los que se les ha diagnosticado la DM Tipo I (Diabetes Mellitus Tipo I) que utilizarán la aplicación para obtener información de la diabetes y aprender a crear rutinas, registrar datos y poder visualizarlos de manera sencilla y además aquellos padres/madres/tutores cuyos hijos fueron diagnosticados a muy temprana edad (si los niños diagnosticados son muy pequeños para usar y entender la aplicación por ellos mismos serán los padres/madres/tutores los que la utilizarán y llevarán el control hasta que el niño o niña pueda hacerlo por su cuenta).

Por lo tanto se van a realizar entrevistas a personas que entren en cualquiera de estos dos perfiles.

3.1.2 Entrevistas

Las entrevistas son muy útiles a la hora de poder recopilar información que no está disponible ni en libros ni en internet y que cualquiera que no viva su experiencia o esté relacionado con alguien que lo haga podría saber. Las entrevistas sirvieron para poder determinar a qué problemas se enfrentan, cómo puede ser una rutina diaria, qué aplicaciones utilizan e incluso saber cosas como el impacto de las emociones sobre los niveles de glucosa en sangre.

Para las entrevistas se creó una lista de preguntas significativas para el desarrollo de la aplicación, y conforme se iban realizando entrevistas y aprendiendo más del tema se fueron añadiendo nuevas o modificando las ya existentes. En estas entrevistas, se recopiló información tanto de personas que lo padecían como de padres/madres/tutores:

3.1.2.1 Entrevistas usuarios con diabetes tipo I

Se realizaron 3 entrevistas a personas con diabetes, dos presenciales y una telefónicamente. Además, y gracias a una de estas entrevistas que sugirió la idea, se publicó un formulario online creado en Google Forms en varias páginas de Facebook relacionados con este tipo de diabetes de los cuales se obtuvieron 3 respuestas más de este grupo de usuarios:

- Diabéticos por el mundo (5).
- El grupo de los piratas con diabetes NsD España (6)
- Isla Diabetes (7)

Para el caso de personas que tienen DM se pretendía sacar información acerca del ejercicio físico que realiza, el método de controlar las comidas, anotaciones de insulina, medida de la glucosa (y con qué dispositivo), qué aplicaciones de diabetes usan o incluso qué medicamentos, además de cómo afectan factores como el estado de ánimo, el ejercicio o el cansancio.

Podemos ver el guión que se siguió durante las entrevistas presenciales a este grupo de usuarios en el [Apéndice A](#).

Se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- **Ejercicio físico:** Por lo general, la mayoría de las personas hacían ejercicio físico regularmente, tomando siempre las precauciones antes y después de realizar el ejercicio dependiendo de la intensidad y duración de este.
- **Control de comidas, insulina y medicamentos:** La mayoría de los entrevistados coincidieron en que lo apuntaban todo en un cuaderno de notas que le proporcionaba su médico, exceptuando un par de personas que admitieron que lo hacían a ojo.
- **Dispositivos:** El dispositivo más utilizado por los entrevistados es el glucómetro, en particular el llamado Freestyle Flash junto con el glucómetro capilar.
- **Aplicaciones del móvil:** Un gran número de los entrevistados no usa aplicaciones o usan la aplicación del glucómetro (la cual indican que es muy básica). Por otra parte nos han sugerido la aplicación *mySugr* y *SocialDiabetes*.
- **Estados de ánimo:** Como podemos comprender, el tratamiento de la diabetes y cómo afecta a la persona es muy variable y nada exacta y lo mismo ocurre con los estados de ánimo. Por lo general podemos sacar en claro que sí que hay una relación causa efecto por la cual varían los niveles de glucosa cuando se tienen emociones fuertes, aunque la magnitud puede variar dependiendo de cada caso.
-

3.1.2.2 Entrevistas padres/madres/tutores de niños y niñas con diabetes de tipo 1

Para este grupo de usuarios se siguió el mismo mecanismo que para el grupo de usuarios con diabetes: Se realizaron 2 entrevistas telefónicas y se obtuvieron 7 respuestas mediante el formulario de Google Forms. Se puede acceder al guión que se siguió para estas entrevistas en el [Apéndice B](#).

Para el caso de padres/madres/tutores, se quería saber si les fue fácil para los niños/niñas el acostumbrarse a la rutina, de dónde obtuvieron la información, qué tareas son las que les resulta más difícil de recordar o incluso saber cómo controlan los niveles de glucosa cuando no están cerca:

- **Hacerse a la rutina:** La mayoría coincide en que necesitan que les recuerden anotar los datos obtenidos de la glucosa, o que no entienden bien cuando tiene hipoglucemia o hiperglucemia. También anotan que les resulta aburrido hacer todos los días, lo que hace que lo pasen por alto.
- **Cómo controlan los niveles de glucosa cuando no están cerca:** Cuando son niños la mayoría comenta que hay alguien a cargo en el colegio (normalmente profesor/profesora). Con el paso del tiempo al ir adquiriendo experiencia acaban haciéndolo solos.

Una vez hemos obtenido las rutinas y los registros que son necesarios para la vida de una persona con diabetes hemos sacado en claro las siguientes variables del comportamiento, que son las que podemos ver a continuación.

3.2 Variables del comportamiento

Las variables de comportamiento se han sacado en base a las necesidades que hemos identificado por parte de las personas que tienen diabetes tipo I:

- Ejercicio físico
- Control de comidas
- Control de insulina
- Control de medicamentos

- Uso de dispositivos
- Uso de aplicaciones móviles para el registro diario
- Obtención de información de la diabetes

Estas variables del comportamiento nos ayudarán a determinar las funcionalidades que deberemos de desarrollar en nuestro proyecto, en forma de escenarios.

3.3 Escenarios

Los escenarios son determinadas funcionalidades de nuestra aplicación, como hemos mencionado anteriormente, y vamos a identificar entre dos tipos de escenarios: los escenarios de registro y los escenarios de aprendizaje. La principal distinción entre estos dos tipos de escenarios será el impacto que tiene dicho escenario sobre el aprendizaje de un hábito desde el punto de vista del usuario.

A continuación vamos a detallar cuáles serán los escenarios que nos encontraremos en nuestra aplicación:

3.3.1 *Escenarios de registro de datos y personalización de avatar*

Los escenarios de uso son aquellos que no aportan una recompensa por parte de la aplicación al usuario, son herramientas que se utilizarán para llevar a cabo los escenarios de aprendizaje.

Estos escenarios son:

- **Registro de comidas, glucemias y aplicaciones de insulina:**

Como pudimos ver en las entrevistas en continuo control de glucemia (nivel de azúcar en sangre) es una tarea fundamental. Existen múltiples factores a tener en cuenta que pueden afectar a la glucemia: ejercicio físico, estado ánimo, hidratos de carbono ingeridos, tiempo en ayunas, dosis de insulina aplicadas...etc. Es por eso que uno de los escenarios de más importantes de nuestra aplicación será la de registro de comidas (o hidratos de carbono), glucemias y aplicaciones de insulina.

Nombre	Registro de comidas, glucemias y aplicaciones de insulina
--------	---

Objetivo	Registrar hidratos de carbono, glucemia y dosis de insulina
Precondiciones	Usuario registrado
Escenario	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario abre la aplicación 2. Se navega hasta la opción de anotaciones 3. Se ingresan los datos en el formulario correspondiente 4. Aparece mensaje de confirmación y queda disponible en la vista de diario.

- **Vista de diario.**

Para poder ver todas las anotaciones registradas (mencionadas anteriormente) es necesario un diario de registros. Estará disponible una vista específica para ver estos datos cronológicamente ordenado, pudiendo elegir la fecha en la que se realizó el registro.

Nombre	Diario
--------	--------

Objetivo	Registrar hidratos de carbono, glucemia y dosis de insulina
Precondiciones	Usuario registrado
Escenario	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario abre la aplicación 2. Se navega hasta la opción de anotaciones 3. Se ingresan los datos en el formulario correspondiente 4. Aparece mensaje de confirmación y queda

disponible en la vista de diario.

- **Personalización del avatar.**

Una de las funcionalidades que caracteriza nuestra aplicación es la de poder personalizar el avatar usando las monedas ganadas con las buenas acciones. Con este método se podrá comprar y cambiar distintos accesorios del avatar y elementos del entorno.

Nombre	Personalización del avatar
Objetivo	Compra y personalización del avatar
Precondiciones	Usuario registrado
Escenario	<ol style="list-style-type: none">1. El usuario abre la aplicación2. Se navega hasta la tienda3. Se selecciona uno o más elementos no comprados anteriormente y se guarda.4. Navegar hasta la vista de inventario para cambiar por otros elementos.

3.3.2 Escenarios de aprendizaje

Los escenarios de aprendizaje nos ayudarán a definir cuál será el flujo de nuestra aplicación en determinadas situaciones. La aplicación recompensará al usuario siempre que haya hecho algo bien pero no se le penalizará cuando realice una acción negativa, sino que se mostrara al avatar con diferentes estados de ánimo (triste, aburrido, enfermo...) y se le informará de cuáles deberían ser los pasos a seguir para garantizar un aprendizaje pleno.

Mediante la fase de investigación y las entrevistas realizadas a los distintos tipos de usuarios se obtuvo la idea de que aunque cada persona puede tener distintos

valores críticos (hay personas más o menos sensibles a los niveles de glucosa o dosis de insulina) al final hay patrones que son comunes.

Estos patrones comunes serán sobre los que basaremos nuestros escenarios de aprendizaje:

3.3.2.1 Glucosa en ayunas

La glucosa en ayunas es útil para saber qué pasos seguir antes de desayunar y/o administrarse la primera dosis de insulina.

Nombre	Glucosa en ayunas
Actores	Usuario con diabetes
Objetivo	Registrar el nivel de glucosa en ayunas
Precondiciones	Usuario registrado
Post-condiciones	Se ha registrado el nivel de glucosa en la mañana, y se recompensa al usuario.
Escenario positivo	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario abre la aplicación 2. Se navega hasta la opción de anotar glucemia 3. Se ingresan los resultados del glucómetro 4. El sistema recompensa al usuario con una moneda multiplicado por el número de días consecutivos que ha realizado la acción
Escenario negativo	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario abre la aplicación 2. El usuario registra un dato que no es el de glucosa 3. Cuando el usuario ingresa el registro de glucemia el sistema muestra un mensaje en el que se explica por qué es útil registrar la glucemia en ayunas nada más levantarse.

Tabla 1 – Escenario 1: Aprendizaje de glucosa en ayunas

3.3.2.2 Hipoglucemia

La Hipoglucemia es un caso grave y de alto riesgo si no se trata. Se considera Hipoglucemia cuando el nivel de glucosa en sangre es inferior a 65mg/dL. Los síntomas que se muestran durante una hipoglucemia varían en función de la persona, y pueden ser (8):

- **Hipoglucemia leve-moderada:** temblores, sudoración fría, ansiedad, hambre súbita, calor, debilidad en las piernas, palpitaciones y hormigueos.
- **Hipoglucemia grave:** confusión, dificultad para hablar, visión borrosa o doble, alteraciones del comportamiento, somnolencia, convulsiones y pérdida del conocimiento o coma.

Nombre	Hipoglucemia
Actores	Usuario con diabetes
Objetivo	Aprender a reaccionar ante una hipoglucemia
Precondiciones	El usuario ha registrado un nivel de glucemia inferior a 65mg/dl
Postcondiciones	Se ha normalizado el nivel de glucosa y se ha recompensado al usuario
Escenario positivo	<ol style="list-style-type: none">1. El usuario registra nivel de glucosa inferior a 65mg/dl2. El sistema informa que lo adecuado es tomar 10-15gr de HC sencillos mostrando lista de ejemplos3. El usuario registra los HC consumidos y se le recompensa con 1 moneda4. El sistema informa que lo adecuado es esperar 10-15min para repetir la glucemia5. El usuario registra glucemia pasado ese rango de tiempo y se le

**Escenario
negativo**

- recompensa con 1 moneda
6. Si el nivel de glucosa no ha mejorado el sistema recomienda tomar otros 10gr de HC de acción prolongada.
7. Una vez el nivel de glucosa es superior a 70 y el usuario lo registra en la aplicación se le recompensa con 5 monedas
1. El usuario registra nivel de glucosa inferior a 65mg/dl
2. El sistema informa que lo adecuado es tomar 10-15gr de HC sencillos mostrando lista de ejemplos.
3. El usuario no registra los HC consumidos, por lo que la próxima vez que entra se le muestra un recordatorio para el caso de que se le se haya olvidado.
4. Si el usuario sigue sin registrar ningún dato relacionado con la comida o glucosa (indicando que ya está bien) se mostrará al avatar enfermo, y un mensaje que indique que el usuario tiene esa tarea pendiente.
5. Si el usuario finalmente arregla la situación se cambiará al avatar a un estado neutro y se mostrará un mensaje con los peligros que tienen las hipoglucemias.

Tabla 2 – Escenario 2: Aprendizaje de control de glucosa durante una hipoglucemia

3.3.2.3 Hiperglucemia

Se considera hiperglucemia si el nivel de glucosa en sangre es superior a 250mg/dL. Si no se controla, la hiperglucemia crónica puede llegar a dañar la visión, los riñones, los pies, el sistema nervioso e incluso el corazón. Los síntomas suelen ser: boca seca, piel seca, deseo frecuente de orinar, sed intensa, picor en genital es, visión borrosa, irritabilidad, dificultad en la concentración (8).

Los pasos a seguir en caso de hiperglucemia y el que será nuestro tercer escenario de aprendizaje será el siguiente:

Nombre	Hiperglucemia
Actores	Usuario registrado
Objetivo	Aprender a reaccionar ante una hiperglucemia
Precondiciones	El usuario ha registrado una glucemia superior a 220mg/dl
Postcondiciones	Se ha normalizado la glucemia y se ha recompensado al usuario
Escenario positivo	<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema informa de que lo adecuado es administrarse una dosis extra de insulina y beber líquidos sin hidratos de carbono, mostrando una lista con bebidas recomendadas (principalmente agua) 2. El usuario registra la bebida y el sistema le recompensa con 1 moneda 3. El usuario registra la cantidad de insulina aplicada 4. Pasado un tiempo el usuario registra glucemia normalizada y el sistema le recompensa con 5 monedas
Escenario negativo	<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema informa de que lo adecuado es administrarse una dosis extra de insulina y beber líquidos sin hidratos de carbono, mostrando una lista con bebidas recomendadas (principalmente agua) 2. El usuario se olvida de registrar la bebida, la insulina o la glucemia normalizada por lo que el estado del avatar cambia a enfermo y muestra un mensaje recordatorio al usuario indicando las acciones que debería seguir. 3. Si se acaba normalizando la situación el sistema muestra un mensaje informativo con los peligros que lleva el pasar por hiperglucemias.

3.4 Requisitos funcionales

A partir de los escenarios de uso, obtendremos la lista de acciones que el usuario podrá realizar en la aplicación:

- Registro de glucosa en mg/dl.
- Registro de hidratos de carbono tanto en raciones como en gramos.
- Registro de dosis de insulina aplicada.
- Diario de hidratos de carbono, insulinas aplicadas y glucemias en un día.
- Tienda donde poder gastar las monedas ganadas con las recompensas
- Inventario donde poder acceder a los elementos comprados

3.5 Framework de diseño

Una vez hemos finalizado con el proceso de investigación y toma de requisitos comenzamos con el diseño de la interfaz de usuario. Vamos a utilizar un diseño iterativo: crearemos varias rondas de bocetos de la aplicación. Comenzarán siendo bocetos sencillos con las ideas obtenidas en los pasos anteriores. Partiendo de este boceto inicial iremos mejorándolo y añadiendo detalles nuevos con cada iteración hasta llegar al diseño final.

La aplicación estará diseñada para acceder a ella desde un ordenador o Tablet.

3.5.1 Primera iteración

En esta primera iteración vamos a tener dos vistas:

- **Pantalla principal:** El elemento principal de esta vista será nuestro avatar.

Tendremos además el número de monedas y el nivel actual en la parte superior de la pantalla.

El estado de nuestro avatar estará en la izquierda, y el menú en la parte inferior.

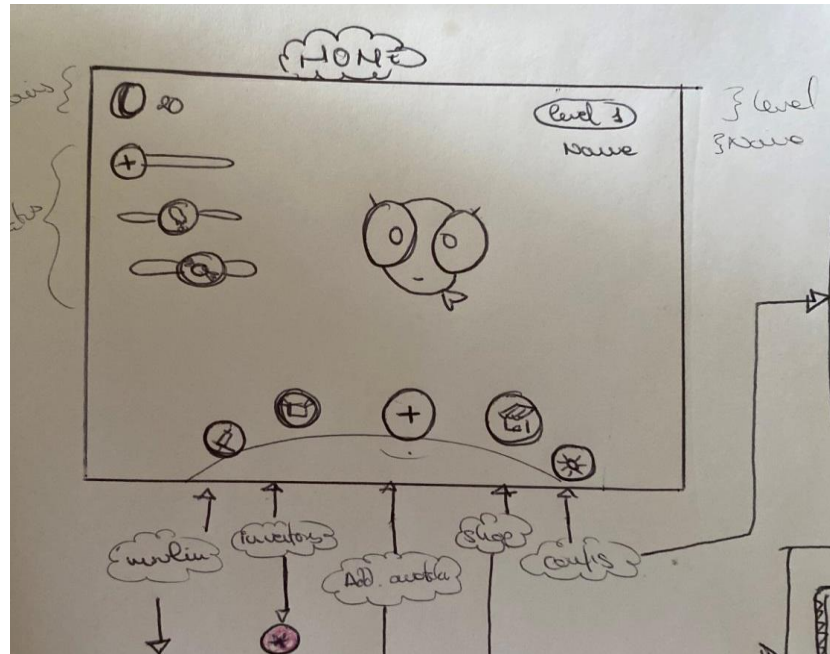


Figura 3-1 Iteración 1: Vista principal

En el menú tendremos **5 botones**, de izquierda a derecha:

- **Insulina:** Aplicación rápida de insulina para nuestro avatar (baja el nivel de glucosa)
- **Inventario:** Aparecerá una lista de elementos como el que podemos ver en la Figura 3-3.
- **Nueva anotación en el diario:** En el diario registraremos datos tales cuales los niveles de glucosa, las dosis aplicadas de insulina o los alimentos ingeridos.
- **Tienda:** En la tienda el usuario deberá seleccionar la categoría de la que desea comprar algo y a continuación se mostrará una lista de los elementos disponibles, tal y como se muestra en la Figura 3-3.

- **Configuración:** Desde la ventana de configuración se podrán realizar cambios del sistema tal como cambiar el nombre del avatar o borrar los datos del usuario para comenzar desde cero. En la Figura 3-4 podemos ver un ejemplo de esta vista.
- **Diario:** Desde esta vista tenemos la opción de crear una nueva anotación en nuestro diario, en base a los distintos tipos de anotación que tenemos:
 - **Comida**
 - **Glucosa**
 - **Insulina**
 - **Ejercicio**

Bastará con arrastrar una de las categorías hacia el día del calendario en el que queremos añadir la anotación, y aparecerá un modal con el formulario a rellenar.

En la Figura 3-5 podemos ver la vista principal del diario, donde se muestra el calendario con los registros mensuales, y los pasos a seguir para registrar una comida.

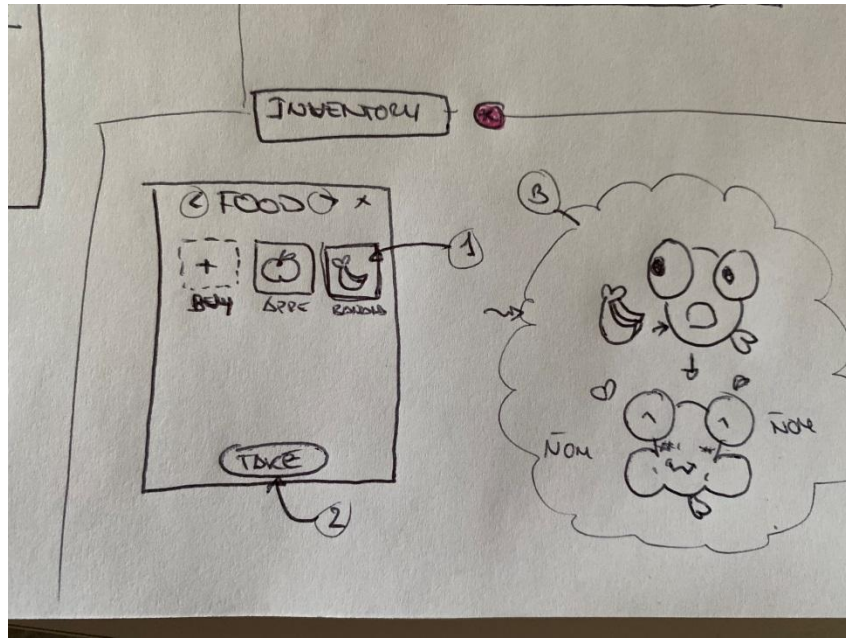


Figura 3-2 Iteración 1: Inventario

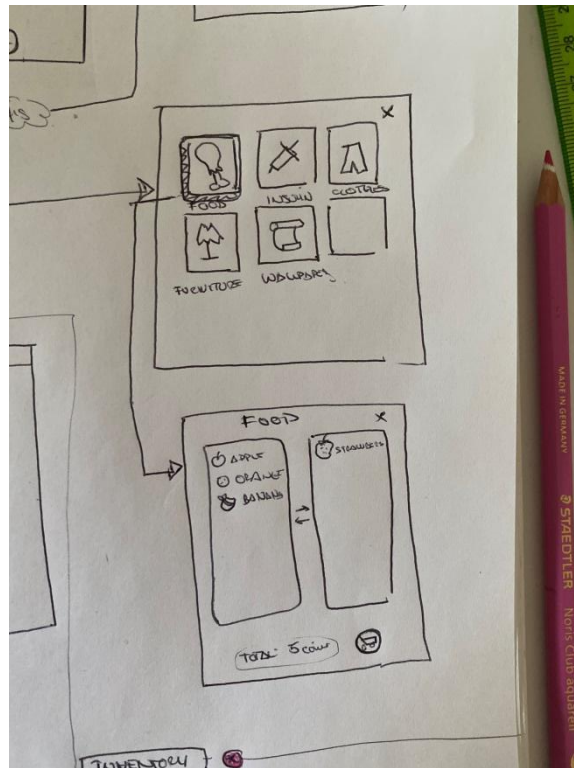


Figura 3-3 – Iteración 1: Tienda

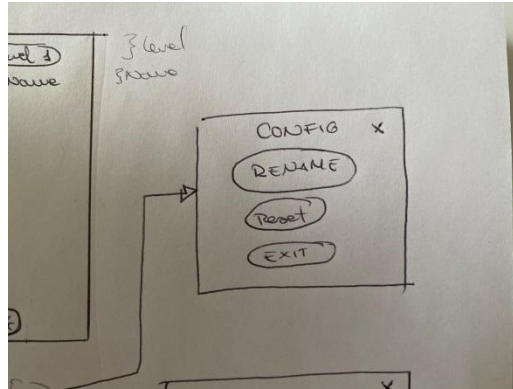


Figura 3-4 – Iteración 1: Configuración

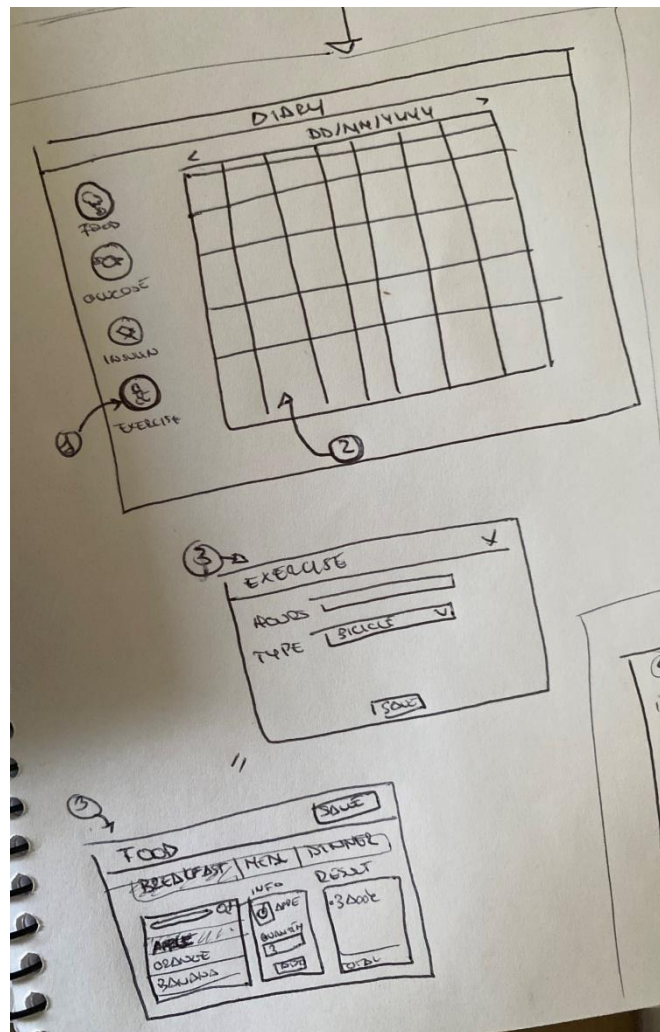


Figura 3-5 – Iteración 1: Diario

Una vez hemos terminado con la primera iteración, miramos con más detalles cada una de las vistas, viendo si hay algún posible cambio que hacer, error que corregir o mejora que añadir en la segunda iteración:

- Para el avatar de la vista principal hemos puesto tres estados: salud, hambre y glucosa. Pero una vez pensamos más a fondo en ello nos damos cuenta de que podríamos omitir la primera, teniendo en cuenta que tiene relación con los niveles de glucosa.
- En la vista principal tenemos una opción rápida de insulina, pero deberemos tener dos, indicando cuál es la de acción lenta o rápida.
- La vista de inventario y tienda no son iguales a pesar de que muestran la misma información, por lo que sería interesante hacer una vista genérica para ambas.
- En la vista de diario, deberíamos tener la opción de visualizar el resumen de un día completo para más comodidad.

3.5.2 Segunda iteración

En esta iteración se ha cambiado el estilo de algunos elementos y realizado los cambios que mencionamos en la primera iteración:

3.5.2.1 Ventana principal:

Ahora nuestro avatar tendrá dos variables a tener en cuenta: el hambre y el nivel de azúcar (situados en la parte superior de la vista) tal y como podemos ver en la Figura 3-8:

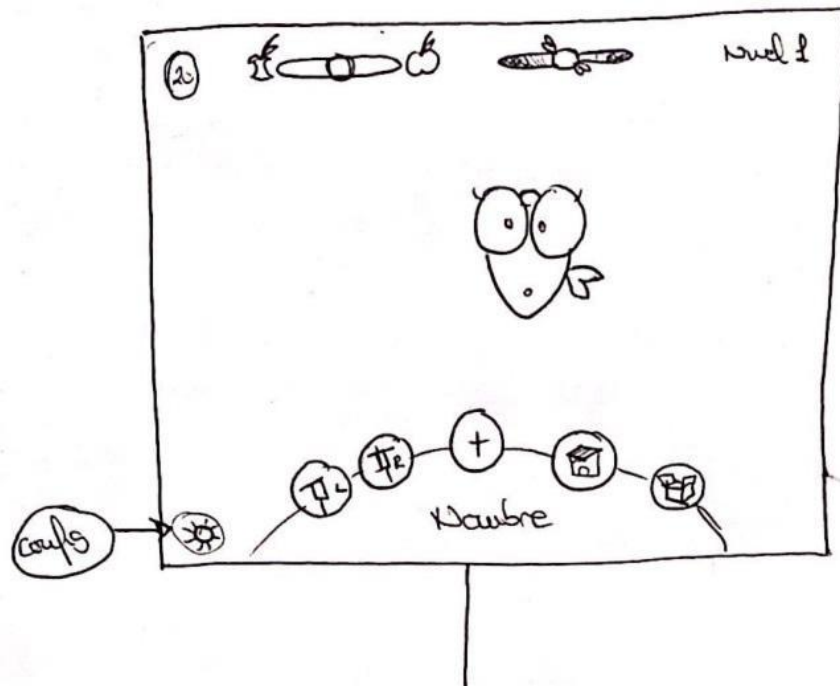


Figura 3-6 – Iteración 2: Pantalla principal

Se ha colocado el botón de configuración abajo a la izquierda, dejando sitio para los dos nuevos botones de insulina (rápida y lenta)

3.5.2.2 Tienda e inventario

La tienda e inventario tendrán ahora la misma interfaz con diferentes comportamientos. Aparecerán como una ventana fija en la parte inferior de la pantalla de la manera que se ilustra en la figura 19:

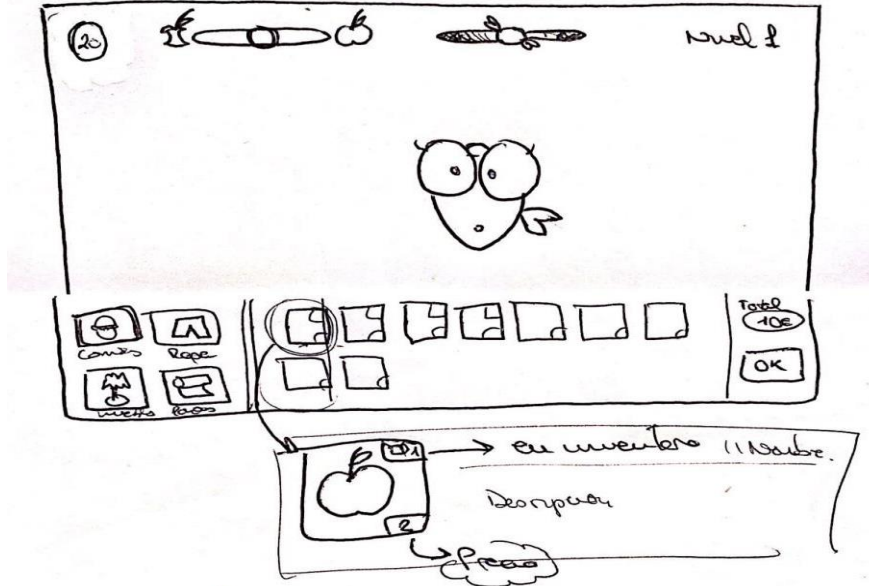


Figura 3-7 – Iteración 2: Inventario y tienda

Esta nueva ventana se divide en tres zonas:

- Tipo de elementos (comida, ropa, mobiliario y fondos de pantalla)
- Elementos en tienda/inventario (mostrará una vista más detallada del elemento)
- Finalizar acción: que tendrá el total de dinero acumulado en la tienda o un botón de acceso a la tienda para el caso del inventario, y el botón de finalizar.
- La idea de poner así el inventario y la tienda surgió para poder tener a la vista las monedas disponibles o ver a tiempo real los eventos que ocurren al seleccionar un elemento del inventario.

3.5.2.3 Diario

La vista principal de diario mantiene la misma interfaz, cambiando la vista que se muestra al seleccionar sobre un día del calendario.

El resultado sería el que se muestra en la Figura 20:

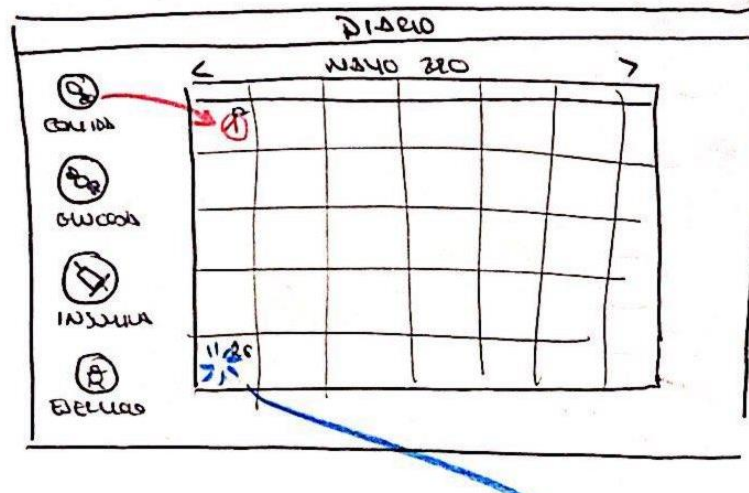


Figura 3-8 – Iteración 2: Vista diario

Al seleccionar sobre un día del calendario, aparecerá una nueva ventana en la que se podrá elegir el tipo de anotación y ver los datos de ese día tal y como se muestra en la Figura 3-9.

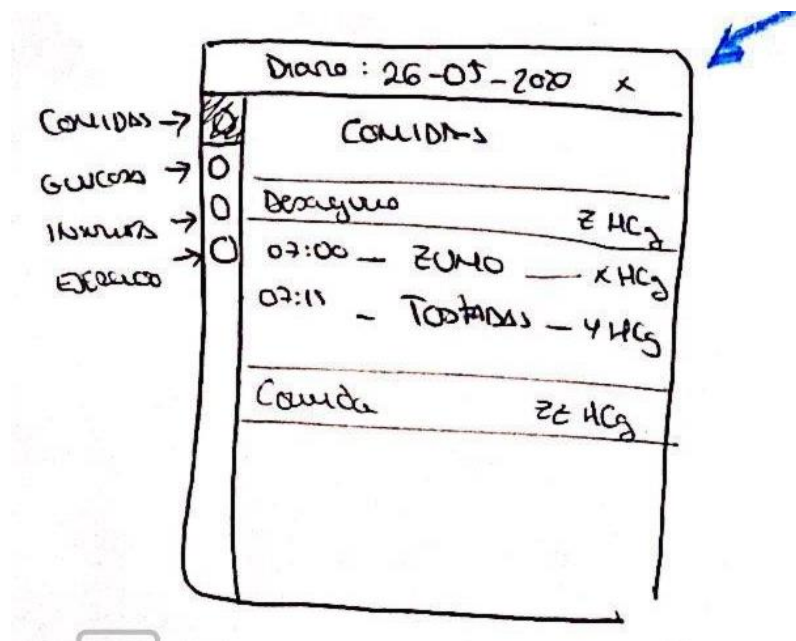


Figura 3-9 – Iteración 2: Vista del diario de un determinado día

Las anotaciones se crearán al seleccionar uno de los tipos de anotación que se encuentran en la pantalla principal en la parte izquierda de la vista, el cual abrirá un formulario específico de ese tipo. Cuando se guarde, se mostrará automáticamente en el calendario. Podemos ver los ejemplos de formulario para comidas, insulina y glucosa en la Figura 3-10 y la Figura 3-11.

Figura 3-10 – Formulario de comidas y formulario para registrar la glucosa

Figura 3-11 – Formulario de registro de Insulina

Tras examinar detenidamente la segunda iteración, podemos pensar en realizar varios cambios:

Sería interesante el poder administrar los tipos de anotaciones, de manera que el usuario pudiera crear nuevas categorías con sus respectivos formularios, ya sea para registrar anotaciones del tipo revisiones médicas, medicamentos o incluso peso o cetona.

3.5.3 Resultado final

En esta última iteración se decidió cambiar el comportamiento de la aplicación. Se consideró más útil que el avatar actuara de manera que todo lo que le sucediese al usuario le sucedería también a éste, por ejemplo: si el usuario inserta un nivel de glucosa bajo, el avatar tendría el nivel de glucosa bajo y se mostraría como enfermo, si el usuario corrige este estado, el estado del avatar se corregiría a su vez, y así siguiendo los escenarios de aprendizaje.

Por lo tanto en esta nueva iteración omitimos la opción de poder dar de comer al avatar, dejando únicamente en el inventario la opción de personalizarlo con ropa, complementos y accesorios del entorno.

Además adaptaron las vistas para que fueran compatibles con la vista móvil.

El resultado final será el siguiente:

3.5.3.1 Ventana principal

En esta vista, y como en el resto de iteraciones nos encontramos con el avatar como centro de atención.

Las monedas acumuladas por el usuario se encuentran arriba a la derecha, y el menú de acciones en la parte inferior de la vista, tal y como se muestra en la Figura 3-12.

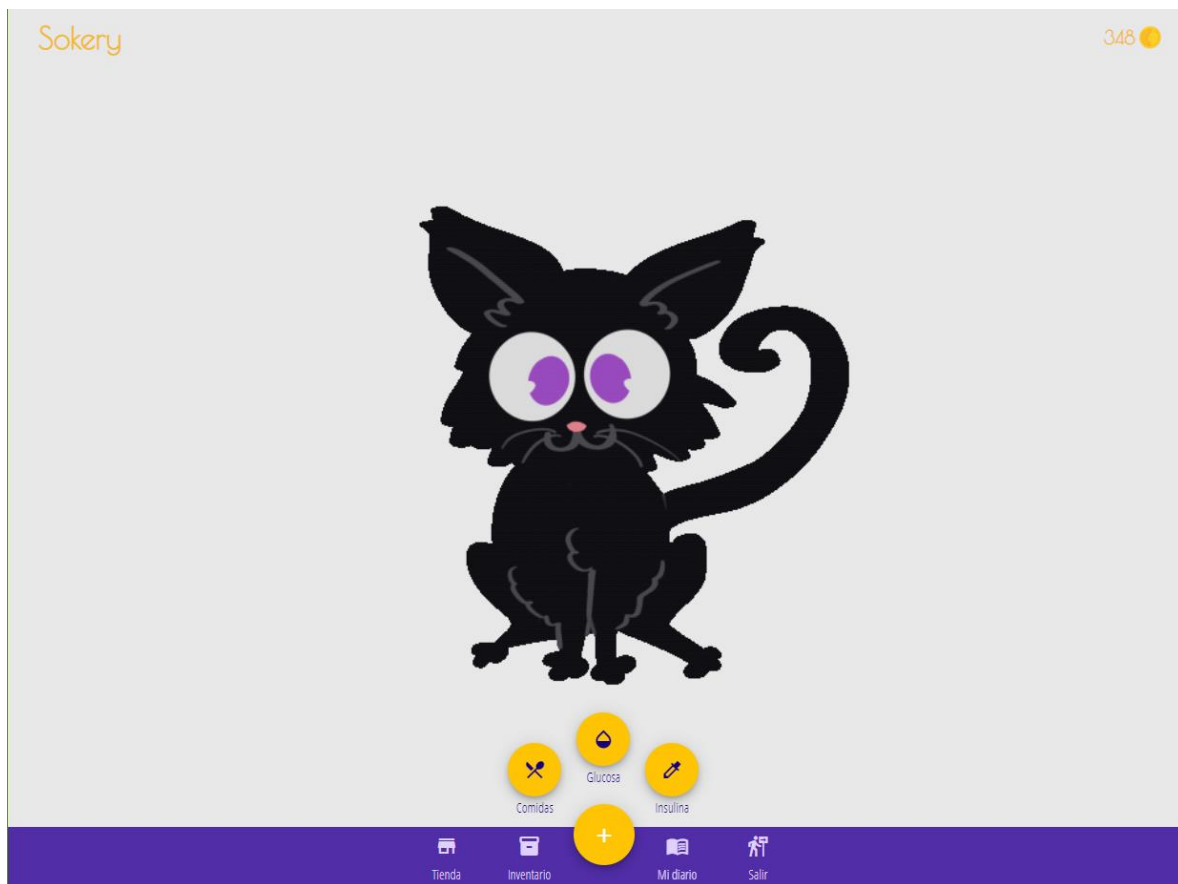


Figura 3-12 Resultado final: Pantalla principal

Los botones posicionados dentro del menú inferior llevarán a una nueva vista, mientras que los botones de anotación (comida, glucosa e insulina) abrirán un modal con el formulario correspondiente.

3.5.3.2 Diario

La vista de diario se mostrará cuando el usuario pulse sobre el botón "Diario" de la vista principal. En esta pantalla se mostrará en orden cronológico las entradas registradas por el usuario, tanto de comidas como de glucemia o dosis de insulina administradas. Además podrá ver el diario de días anteriores, cambiando el valor de la fecha en el selector que se muestra en la Figura 3-13.

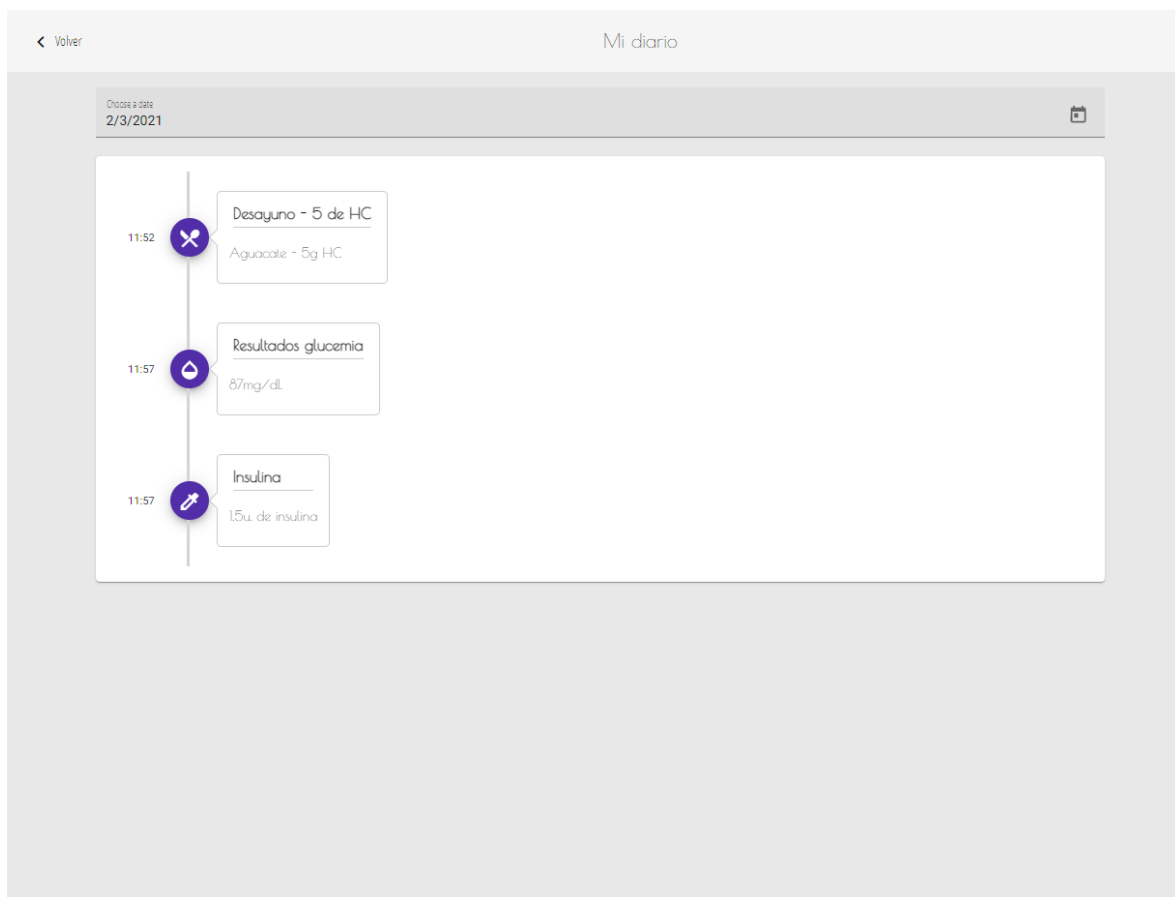


Figura 3-13 Diario

- **Anotación Hidratos de carbono**

Cuando se pulsa en la pantalla principal el botón de comidas, se abrirá un nuevo modal con el formulario de registro de hidratos de carbono ingeridos y el título de "Añadir comida" tal y como se muestra en la Figura 3-14.

Este formulario te permitirá registrar los hidratos de carbono de dos maneras: la primera, eligiendo un alimento pulsando sobre el botón "Añadir comida", el cual abrirá un nuevo modal con el título "Seleccionar comidas" en el que se puede seleccionar uno o varios de los alimentos listados. Además, este modal, tendrá la opción de marcar como favorito los alimentos que se desee, de manera que aparezca la imagen del alimento en el modal de añadir comida sin necesidad de abrir el listado cada vez, tal y como podemos ver en la Figura 3-15 Lista de selección de alimentos.

Con cada alimento seleccionado aparecerá una nueva fila con un campo de texto en el que poder introducir los gramos de alimento que se van a ingerir, y se mostrarán los hidratos de carbono correspondientes.

La otra opción de añadir hidratos de carbono es pulsando sobre el botón “Añadir HC” que creará un nuevo campo de texto donde se introducirán los gramos de HC sin necesidad de especificar el alimento.

The screenshot shows a mobile application interface for adding a meal. At the top, the title "Añadir Desayuno" is displayed. Below it, there are four tabs: "Desayuno" (selected), "Comida", "Merienda", and "Cena". Under the "Favoritos" section, there are three circular icons representing different food items, with the text "Nuevo" and "Aguacate Zumo de ..." below them. Below the favorites, there are two large buttons: a purple one labeled "+ Añadir alimento" and a yellow one labeled "+ Añadir HC". At the bottom, there is a row showing a selected item: a circular icon of an avocado, a close button (X), the name "Aguacate", a text input field with "80" and the label "Gramos" above it, and the text "= 5g de HC". At the very bottom right, there are two buttons: "Cancelar" and "Guardar".

Figura 3-14 Formulario comida

The image shows a modal window titled "Anotación glucosa". It contains two input fields: "Glucosa" with a unit "mg/dL" and "Comentarios". At the bottom right, there are two buttons: "Cancelar" and "Guardar".

Figura 3-16 Anotación glucemia

- **Anotación insulina**

Este modal, se abrirá cuando el usuario pulse el botón "Insulina" de la pantalla principal. Mostrará un formulario en el que se deberá seleccionar el tipo de insulina (Inicialmente hay tres: Lenta, Rápida y de corrección) y el número de unidades administradas.

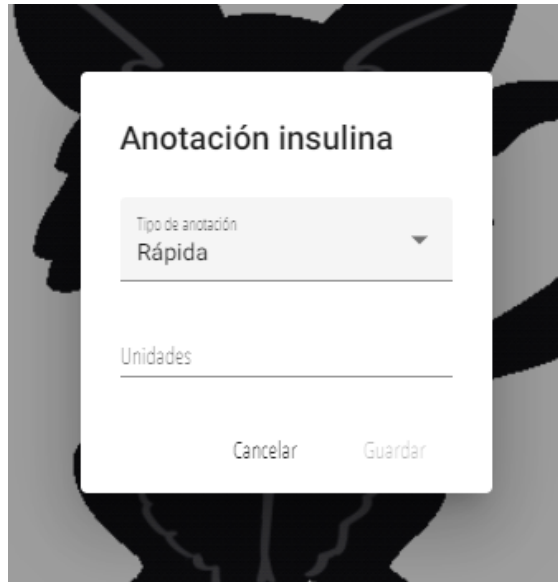


Figura 3-17 Anotación insulina

3.5.3.3 Tienda

La tienda se mostrará cuando se pulse el botón del menú inferior de la pantalla principal. Se mostrará una nueva vista en la que se mostrará al lado derecho de la ventana los objetos y accesorios que el usuario tiene disponible para comprar, nombre del elemento y precio. Cuando se pulse sobre un elemento (si el usuario tiene dinero suficiente para comprarlo y no lo ha comprado anteriormente) se verá cómo quedará el objeto sobre el avatar.

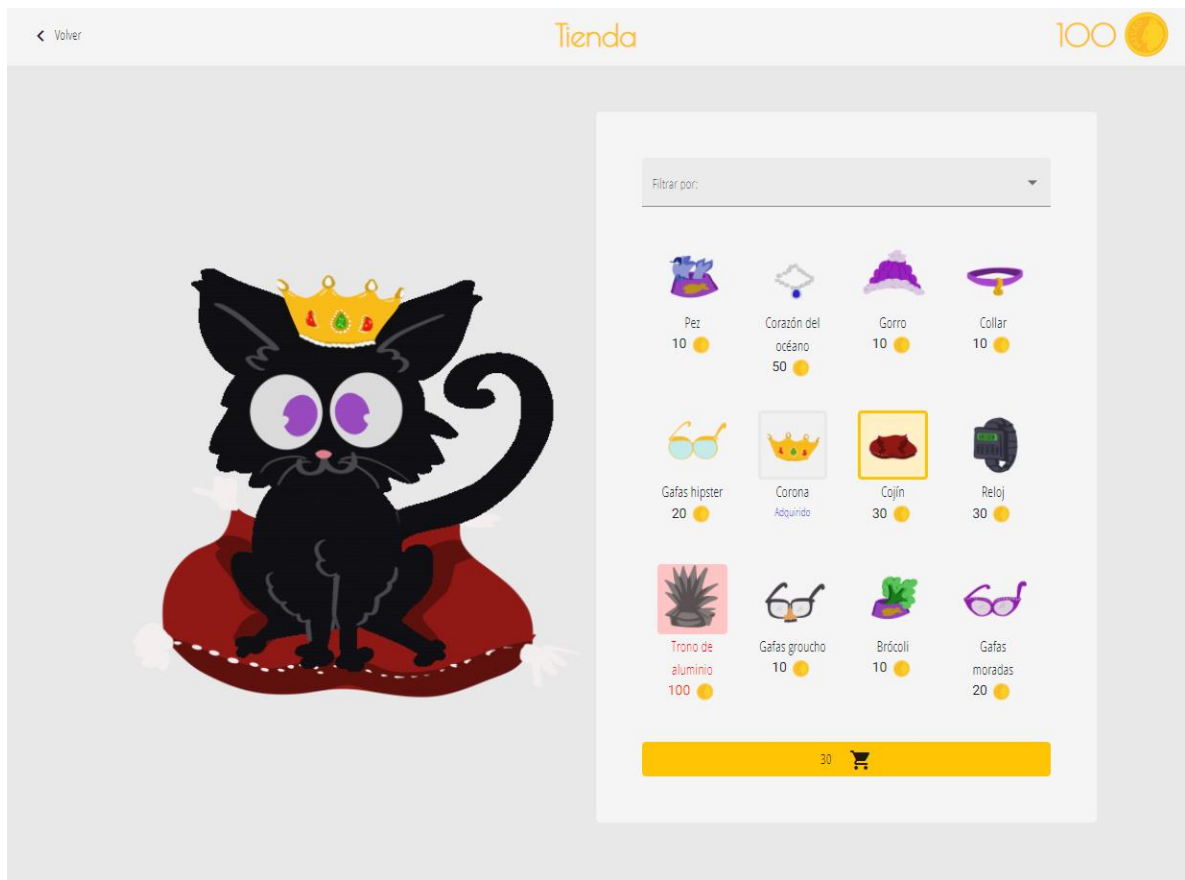


Figura 3-18 Tienda

En la parte superior de la ventana se verá el número de monedas acumuladas por el usuario hasta el momento. Cuando el usuario pulse "Comprar" Se le descontará el total de monedas gastadas y se volverá a la pantalla principal.

3.5.3.4 Inventario

La vista de inventario es muy similar a la de tienda, con la diferencia de que el usuario solamente verá en esta vista los objetos que se han adquirido anteriormente y no aparecerá ni el número de monedas del usuario ni el precio de los objetos. La vista será tal y como se muestra en la Figura 3-19.

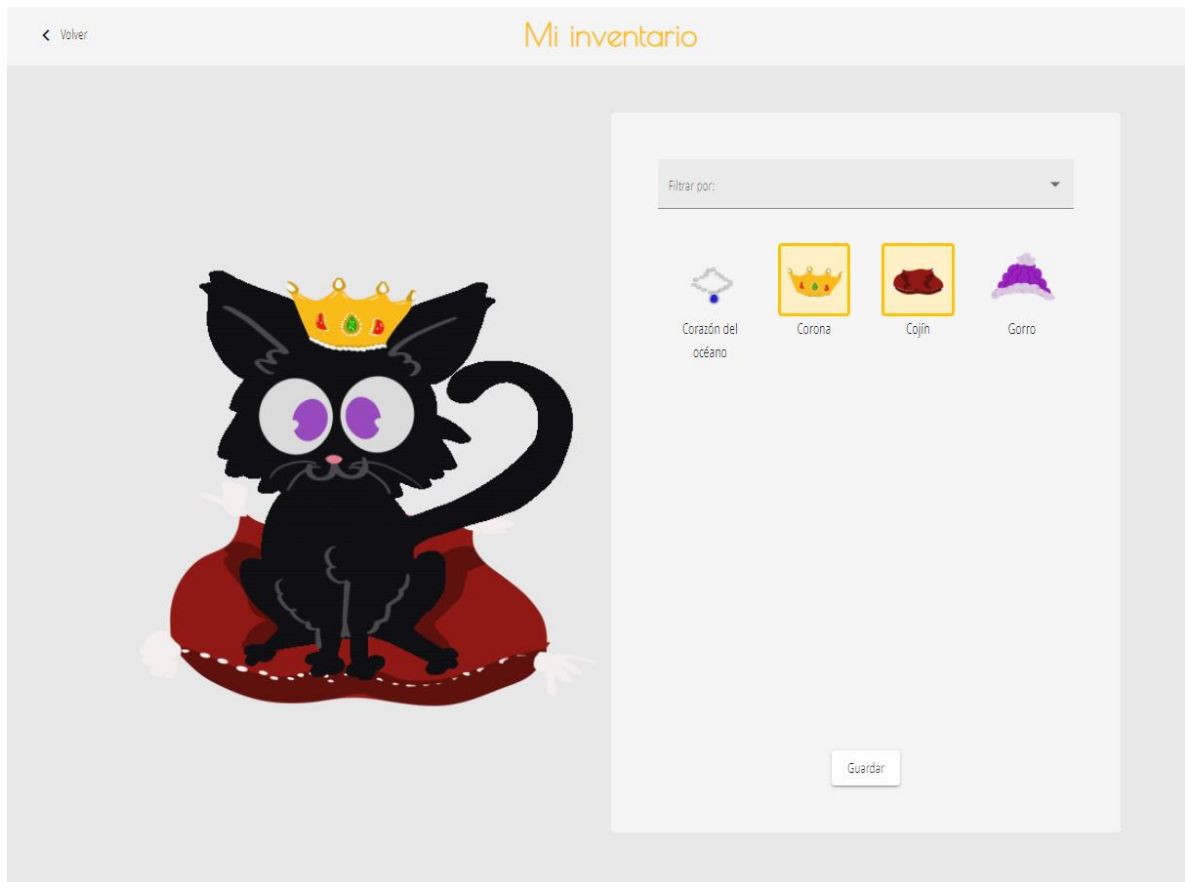


Figura 3-19 Inventario

3.5.3.5 Mensajes de notificación

Cuando el usuario ha realizado uno de los escenarios de aprendizaje descritos en el apartado [3.2.2.Escenarios de aprendizaje](#) (tanto si es positivo como negativo) se mostrará un modal en la ventana con la explicación del problema y cómo solucionarlo tal y como se muestra en la Figura 3-20.

Corrección hipoglucemia: paso 1



Problema: Tardará un tiempo hasta que la comida haga efecto.

Solución: Vuelve a hacer un control de glucemia pasados 10-15 minutos

OK

Figura 3-20 Escenario de aprendizaje: notificación

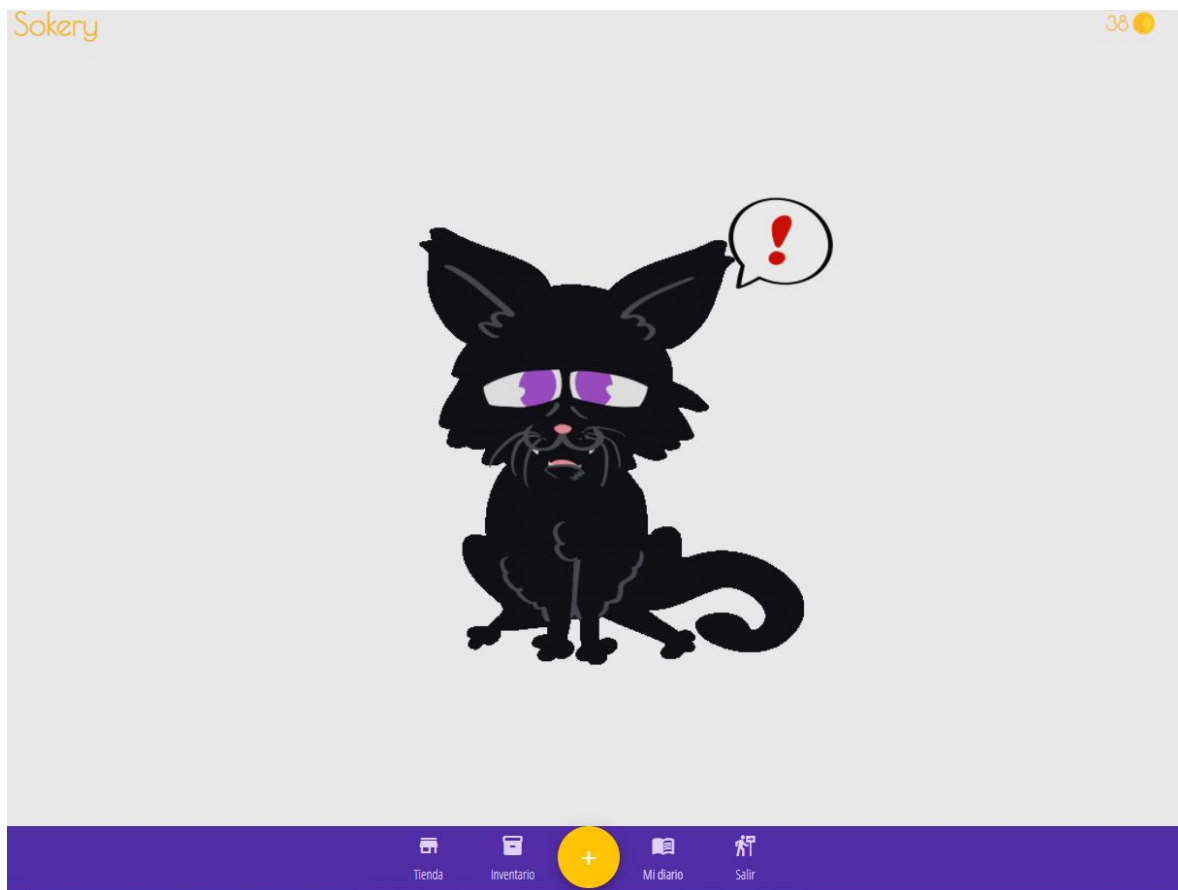


Figura 3-21 - Notificación pantalla principal

Capítulo 4 - Arquitectura e implementación

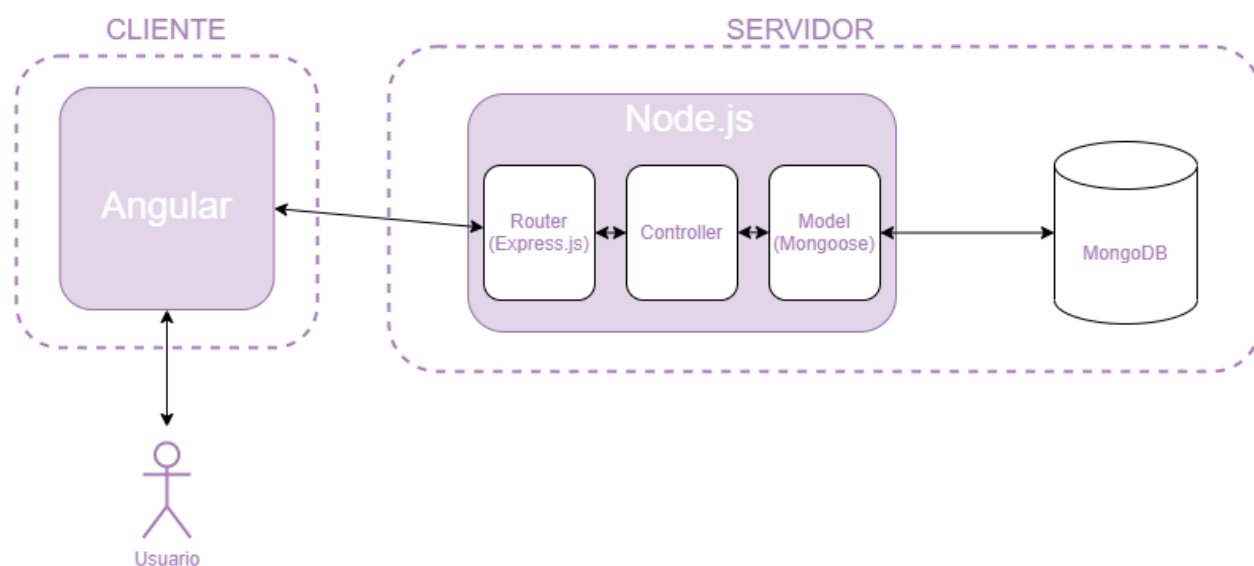
En este capítulo se explicará cómo se ha desarrollado el proyecto, en qué arquitecturas y el por qué se han decidido usar estas tecnologías.

4.1 Arquitectura

Como queremos que la aplicación pueda ser accesible desde y dónde queramos, se ha desarrollado como aplicación web. Por ello usa una arquitectura cliente-servidor, donde el servidor será el encargado de proveer de ciertos recursos mientras el cliente será el que lo demanda.

Ambos lados se han desarrollado usando la metodología Modelo-Vista-Controlador (MVC), y se ha usado una estructura MEAN stack: se trata de un desarrollo full-stack en JavaScript con las tecnologías MongoDB, Express, Angular y Node.js. Usando esta metodología podemos realizar un desarrollo rápido y ágil en el que se usa el mismo lenguaje tanto para front-end como back-end, y además al tratarse de tecnologías open source, tendremos la ventaja de poder actualizar a la última versión sin costes.

Nuestra aplicación tiene la siguiente estructura:



4.1.1 Cliente

La parte de cliente del proyecto va a tener una estructura como la que se muestra en la Figura 4-1:

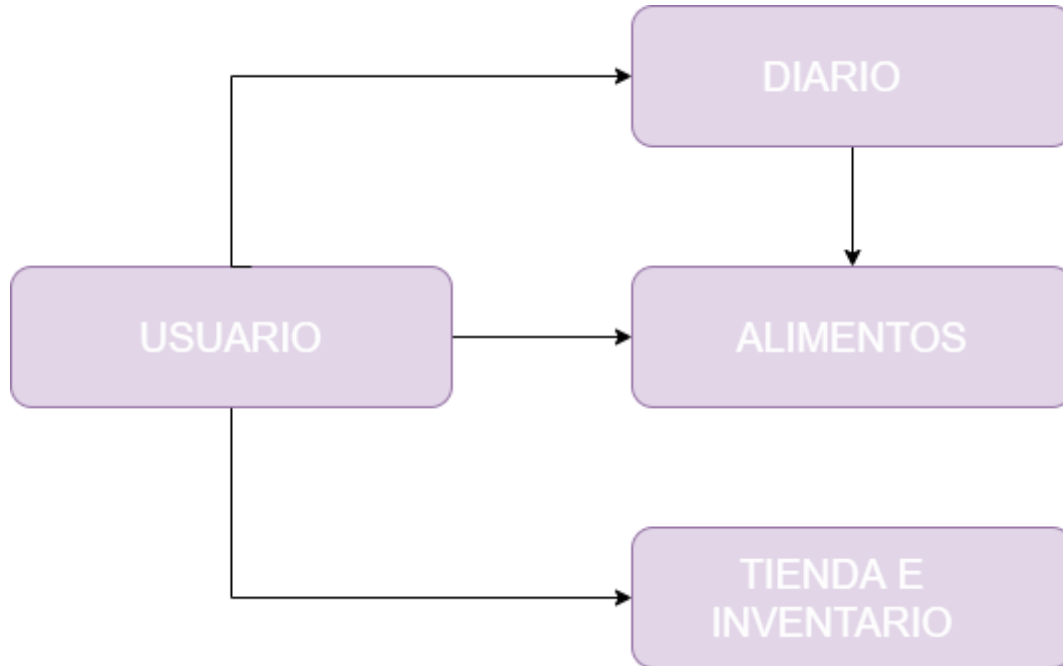


Figura 4-1 Diagrama de módulos: Cliente

4.1.1.1 Usuario

El usuario logueado tiene asignado los valores propios como son el nombre, el email y la contraseña según se ha registrado. El número de monedas inicial será 0 y no poseerá ninguna acción pendiente o accesorio personalizable. Las acciones pendientes surgirán según se realiza algún escenario de aprendizaje y se mostrará la notificación con la estructura de Action Result tal y como podemos ver en la Figura 4-2 Diagrama de clases: Usuario. Esta clase también contendrá el premio que se obtiene cuando se completa un escenario de aprendizaje o una de sus etapas, además de los mensajes que señalan el problema y la solución que debe aplicarse como se muestra en Figura 3-20.

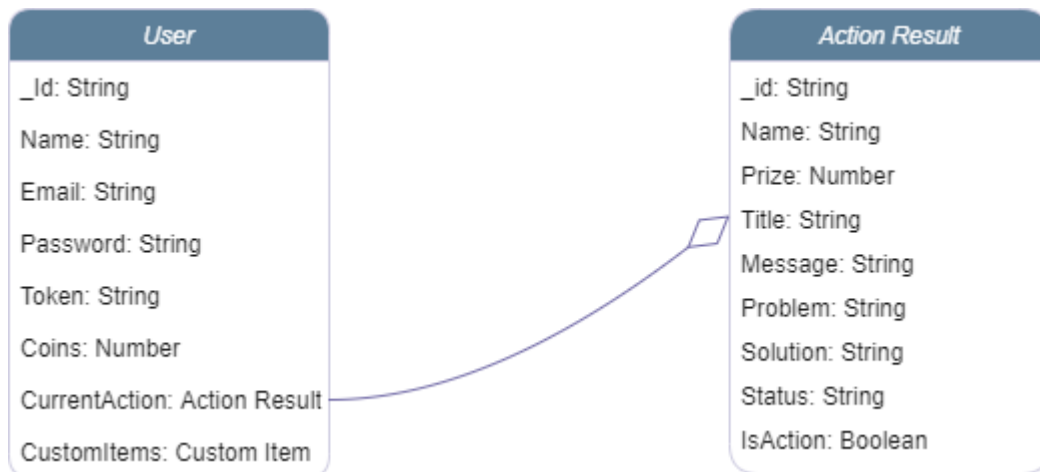


Figura 4-2 Diagrama de clases: Usuario

4.1.1.2 Tienda e inventario

Los objetos que se han comprado y que posee el usuario o que está disponible para que el usuario lo compre pertenecerían a la clase Custom Item, donde el tipo se usará para realizar el filtro que podemos ver en la Figura 3-18 y Figura 3-19. En esta clase además se controlará el orden en el que se muestran las imágenes del avatar, y que no coincidan (por ejemplo que no sea posible poner dos gafas a la vez). En Figura 4-3 podemos ver su estructura.

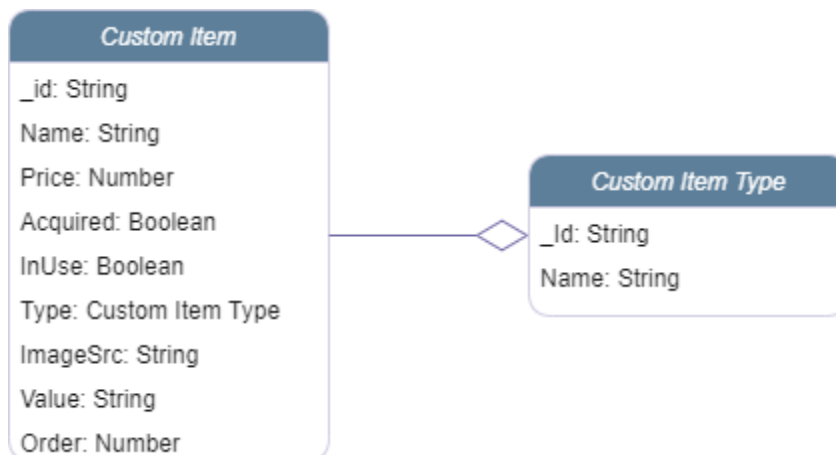


Figura 4-3 Diagrama de clases: Tienda e Inventario

4.1.1.3 Diario

El diario como hemos comentado anteriormente se trata de una de las funcionalidades principales de nuestra aplicación y en la que se apoyan todos nuestros escenarios de aprendizaje. El diario se compondrá de la siguiente estructura de clases:

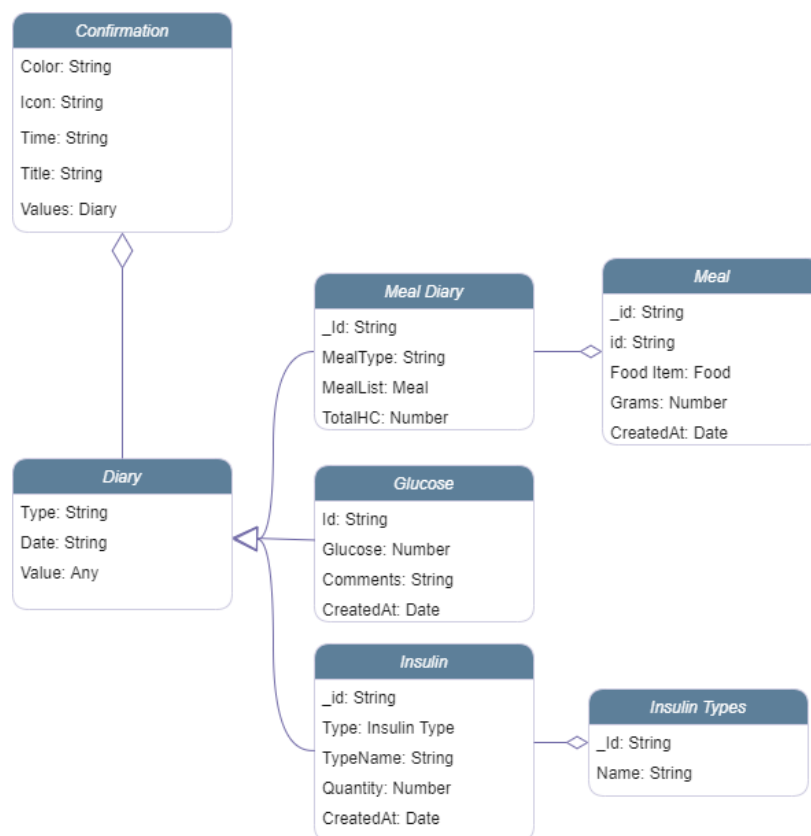


Figura 4-4 Diagrama de clases: Diario

En esta primera versión de la aplicación tendremos tres tipos de registros: Registro de comidas (o hidratos de carbono ingeridos), Registro de glucemia (nivel de azúcar en sangre) y Registro de dosis de insulina aplicadas. Por lo tanto tendremos una clase por cada tipo de registro y luego una clase padre llamada Diary que las unifica sin importar el tipo que sea. Esta clase padre será la que se use para mostrar todos los registros de un día y de un determinado usuario tal y como se muestra en la Figura 3-13. Además será la que usaremos en los mensajes de confirmación que se muestran cuando guardamos un nuevo registro.

El diario de comidas (clase Meal Diary) será la que contenga los registros de hidratos de carbono ingeridos que podemos ver en la Figura 3-14. Contendrá el tipo de

comida (Desayuno, comida, merienda o cena) y dentro de ésta tendremos las distintas comidas registradas con sus hidratos de carbono correspondientes.

El diario de insulinas aplicadas tendrá no sólo las unidades administradas sino también el tipo de insulina, que puede ser: lenta, rápida y de corrección.

4.1.1.4 Alimentos

Para poder mostrar una lista de comidas como la que podemos ver en la Figura 3-15 tenemos las siguientes clases:

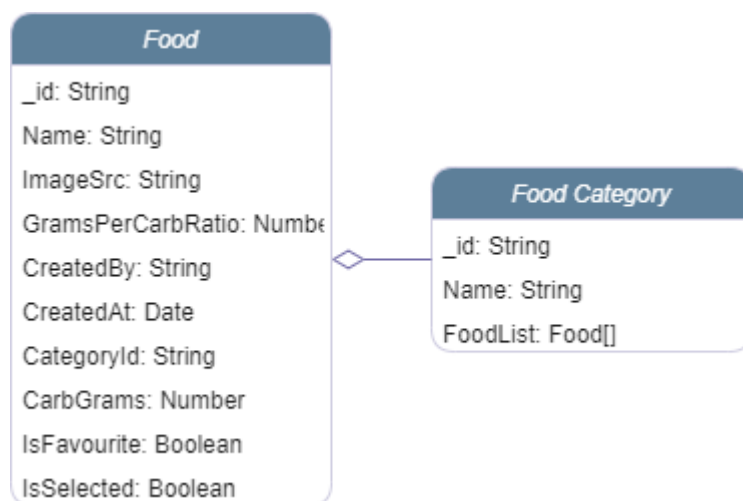


Figura 4-5 Diagrama de clase: Comidas

Estas clases se usarán tanto para seleccionar un alimento como para guardar el registro de datos de carbono ingeridos.

4.1.2 Servidor

El servidor tendrá la estructura que podemos ver en la Figura 4-6.

Como podemos ver nuestro servidor se compone de tres grandes grupos las rutas que contendrán la dirección a la que apunta el cliente, los controladores que serán los encargados de realizar toda la parte lógica y los modelos, que no sólo se encargarán de organizar los datos con la misma estructura sino que además serán los encargados de gestionar los cambios en la base de datos. Se ha dividido cada ruta,

controlador y modelo en función de los distintos componentes por los que se registrará nuestra aplicación.

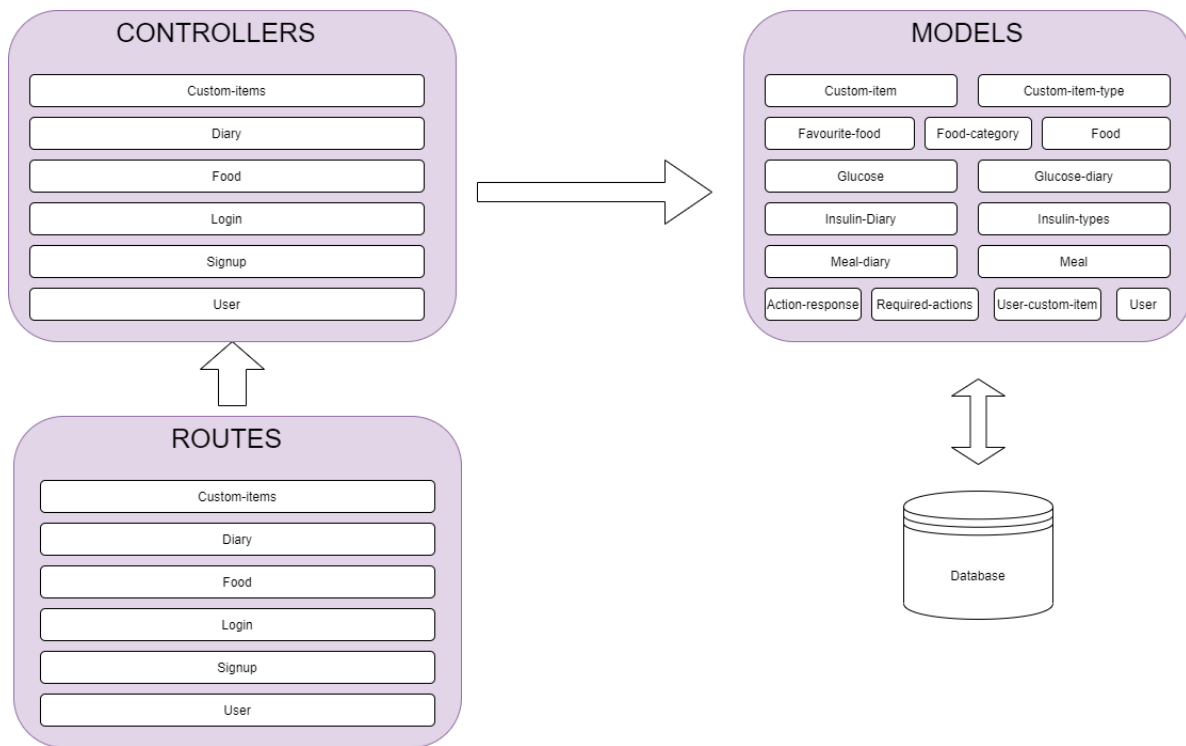


Figura 4-6 Diagrama Servidor

4.1.2.1 Rutas

Las rutas son el intermediario entre el cliente y el servidor. El cliente lanza una petición a la ruta correspondiente a cada función (por ejemplo para obtener la lista de alimentos o guardar el registro de insulina).

Se ha creado un archivo de rutas por cada módulo tal cual podemos comprobar en la Figura 4-6.

Cada ruta va ligada a su controlador.

4.1.2.2 Controladores

Los controladores son los encargados de realizar la funcionalidad de la llamada. Serán los encargados de construir los resultados de las llamadas en función de los datos obtenidos por cada modelo y devolverlo a la parte cliente.

4.1.2.3 Modelos

Los modelos se encargan de definir la estructura de las distintas colecciones (MongoDB en lugar de usar tablas usa colecciones que contienen documentos). Los modelos serán los encargados de crear las colecciones inexistentes en la base de datos y actualizar y borrar los documentos según dicte el controlador que lo llama.

Existe un modelo por cada colección de la base de datos.

4.2 Implementación

Como hemos mencionado anteriormente, la aplicación se ha desarrollado usando una metodología MEAN stack, la cual se compone de MongoDB, Express.js y Node.js para la parte de servidor, y Angular para la parte de cliente.

A continuación explicaremos más a fondo cada tecnología:

4.2.1 Cliente

El Cliente es la interfaz que utilizará el usuario para comunicarse con el servidor. Para el lado de cliente se ha usado:

- Angular 10 (10), que se trata de un framework de JavaScript que permite usar una estructura Modelo-Vista-Controlador (MVC), y el cual se basa en el desarrollo de componentes web reutilizables que darán lugar en su conjunto a la vista final.
- Bootstrap (11): Se trata de una biblioteca que ofrece múltiples herramientas para el diseño de aplicaciones web.
- Material (12): Material al igual que Bootstrap ofrece herramientas muy útiles para el diseño de la aplicación, como iconos, fuentes o temas.
- SASS (13): Se trata de un preprocesador de CSS que permite ampliar las funcionalidades de un CSS común, pudiendo añadir variables, mixins, y funciones entre otras cosas.

- NPM (14): se trata de un sistema de gestión de paquetes, con la que se puede customizar y añadir nuevas funcionalidades y elementos a nuestra aplicación.

4.2.2 Servidor

Node.js es una plataforma del lado de servidor construida en JavaScript con las que se pueden desarrollar aplicaciones rápidas y escalables (15).

Las ventajas de este framework y por lo cual lo hemos elegido son:

- Las llamadas de cliente a servidor se realizan de manera asíncrona y sin bloqueos, lo cual hace que se puedan realizar un gran número de llamadas con gran rapidez.
- Las respuestas por parte del servidor se realizan a base de eventos, como no existen bloqueos, saltará un evento una vez se tiene el resultado.

Como se espera que la aplicación sea usada por un gran número de personas que éstas realizarán muchas peticiones al servidor a lo largo del día, se consideró importante la rapidez con la que se puedan resolver.

4.2.2.1 Express.js

Express proporciona herramientas necesarias para el desarrollo de la aplicación (16). Express es el encargado de realizar y preparar las peticiones HTTP (POST, GET, PUT, DELETE)

4.2.2.2 MongoDB

MongoDB se trata de una base de datos no relacional, orientado a documentos y de código abierto (17).

Se eligió esta tecnología debido a que es una herramienta muy potente y fácil de montar cuando se usa con JavaScript, es de código abierto y además al estar basado en documentos ofrece una flexibilidad que no poseen otras.

Para la unión de la base de datos con Node.js y el manejo de datos se ha usado Mongoose (18)

4.2.3 Control de Versiones

Para el control de versiones del proyecto se ha usado Github (19). Para mantener un los cambios de manera ordenada y coherente con respecto a los archivos de subida a Azure, se ha decidido guardar la parte de cliente y servidor por separado.

Acceso a github:

- Cliente: https://github.com/mirlop01/TFG_Client
- Servidor: https://github.com/mirlop01/TFG_Server

Se ha trabajado sobre dos ramas principalmente (tanto para la parte de cliente como de servidor):

Se ha desarrollado y subido los cambios a la rama "Dev" y cuando era estable se ha procedido a subir los cambios a la rama "Master".

4.2.4 Despliegue

El despliegue de la aplicación se ha realizado en Azure (20) usando la licencia de estudiante que ofrece la Universidad Complutense.

La aplicación es accesible en este link: <https://sokery-prod.azurewebsites.net/>

Para ello solamente ha hecho falta vincular la aplicación que usamos para el desarrollo del proyecto VSCode con Azure mediante un plugin llamado "Azure: App Service". Mediante este plugin se puede crear fácilmente los elementos necesarios para el despliegue y realizar la subida del código pulsando un botón. Para actualizar la parte de cliente (En Azure sólo se permite subir node.js) es necesario compilar el proyecto Cliente con el comando "ng build --prod" y copiar la carpeta generada "dist/Client" a la carpeta public del proyecto Servidor en Azure.

La base de datos de MongoDB se ha subido a MongoDB Atlas (21), cuyos servicios son gratuitos si no existe un gran flujo de datos constante y son compatibles con Azure Web App Services.

Se ha creado un usuario para poder hacer pruebas con las siguientes credenciales:

- Email: prueba@email.com
- Contraseña: prueba

Capítulo 5 - Evaluación

Tras haber desarrollado la aplicación y hacer la subida del código al servidor se ha decidido realizar pruebas con usuarios.

5.1 Objetivos

Se ha decidido realizar varias pruebas con personas reales para medir la usabilidad de la aplicación. Para ello, el usuario tendrá que seguir unos pasos para probar los escenarios de aprendizaje implementados hasta el momento. Con esto podremos ver si la interfaz es fácil de usar e intuitiva o si por el contrario hace difícil al usuario el seguir las tareas más básicas, por lo que tendríamos que implementar algunos cambios.

5.2 Métodos

Para las pruebas con usuarios realizaremos en primer lugar unas entrevistas que incluirán unas cuantas preguntas para obtener la opinión del usuario para finalmente proporcionar un cuestionario PSSUQ que nos indicará cuantitativamente la calidad de la aplicación: la utilidad del sistema, la calidad de la información y la calidad de la interfaz. Contaremos con más detalle el proceso de evaluación.

En primer lugar se realizó una entrevista por videollamada en la que le proporcionamos al usuario el link a la aplicación y las credenciales para que no tuviera que crear un usuario nuevo:

- Link de la aplicación: <https://sokery-prod.azurewebsites.net/>
- Usuario: prueba@email.com
- Contraseña: prueba

Una vez había accedido a la aplicación le enviamos una guía o pasos a seguir que debían seguir usando nuestra página web mientras el usuario compartía pantalla si le era posible (algunas pruebas las realizaron desde el móvil lo que le impedía a la vez que se realizaba la videollamada por Whatsapp). Con esto intentamos suplir el no estar presente en la misma habitación, y así poder observar si el usuario tiene

problemas en algún punto del guión además de poder comentar a tiempo real si hay algún elemento que cambiaría.

El guión proporcionado es el que podemos ver a continuación:

Glucemia
<ol style="list-style-type: none">1. Acceder a la vista de glucosa2. Introducir datos:<ol style="list-style-type: none">a. Glucosa: 122mg/dlb. Guardar

Tabla 4 Guía para el usuario: Glucemia

Hipoglucemia
<ol style="list-style-type: none">1. Acceder a la vista de glucosa2. Introducir datos:<ol style="list-style-type: none">a. Glucosa: 62mg/dl3. Guardar4. Añadir un nuevo alimento ingerido:<ol style="list-style-type: none">a. 1 ración de Zumo de naranja en el desayuno5. Añadir nuevo valor de glucosa:<ol style="list-style-type: none">a. 80mg/dl

Tabla 5 Guía para el usuario: Hipoglucemia

Hiperglucemia
<ol style="list-style-type: none">1. Acceder a la vista de glucosa2. Introducir datos:<ol style="list-style-type: none">a. Glucosa: 220mg/dl3. Guardar

4. Añadir una nueva dosis de insulina aplicada:

a. Tipo: corrección

b. 1 unidad

5. Añadir nuevo valor de glucosa:

a. 115mg/dl

Tabla 6 Guía para el usuario: Hiperglucemia

Diario de comidas

1. Añadir almuerzo:

a. 1 ración de queso fresco

b. 1 ración de albaricoque

c. 1 ración de leche entera

2. Establecer como favorito el queso fresco para futuras ocasiones

3. Quitar leche entera de la lista de almuerzo

4. Guardar

5. Ir a diario y comprobar que se ha guardado correctamente.

Tabla 7 Guía para el usuario: Diario de comidas

Diario de insulina

1. Añadir insulina aplicada:

a. Tipo: Lenta

b. 1 unidad

2. Ir a diario y comprobar que la última insulina aplicada se ha guardado correctamente.

Tabla 8 Guía para el usuario: Diario de insulina

Tienda
<ol style="list-style-type: none"> 1. Entrar a la vista de tienda 2. Comprar uno o más accesorios

Tabla 9 Guía para el usuario: Compra en tienda

Inventario
<ol style="list-style-type: none"> 1. Entrar a la vista de inventario 2. Cambiar al avatar accesorios y guardar

Tabla 10 Guía para el usuario: Personalización con inventario

Una vez terminamos con esta etapa de la evaluación, realizamos una serie de preguntas que nos dio una idea de la opinión de los usuarios acerca de la aplicación y su uso. Nos podemos encontrar las preguntas realizadas en el [Apéndice-C](#).

Finalmente se proporcionó el cuestionario PSSUQ, con el cual obtendremos una idea de la calidad de la interfaz y utilidad del sistema además de la calidad de la información proporcionada, como veremos en el siguiente apartado.

El formulario PSSUQ es un cuestionario de usabilidad que nos permite medir cuantitativamente la calidad de una interfaz en base a las respuestas de múltiples usuarios. Para ello se realizan 15 preguntas puntuadas del 1 al 7 donde el 1 es totalmente de acuerdo y el 7 totalmente desacuerdo (22). Una vez se obtienen los resultados se calculan los puntajes promedio de tres agrupaciones preguntas:

- **Utilidad del sistema (SYSUSE):** puntuación promedio de las preguntas 1-6.
- **Calidad de la información (INFOQUAL):** puntuación promedio de las preguntas 7-12.
- **Calidad de la interfaz (INTERQUAL):** Puntuación media de las preguntas 13-15.

5.3 Resultados

Para obtener un número significativo de entrevistas se publicó en un grupo de Facebook orientado a la gente con diabetes que se buscaba a gente con el perfil que buscamos para nuestro proyecto para realizar unas pruebas con usuarios para ver si era fácil de usar y si la información mostrada era veraz. Se obtuvieron muchas respuestas y se consiguió realizar la entrevista con 16 personas con diabetes y dos madres de niños con diabetes.

Por lo general los usuarios entrevistados no tuvieron muchos problemas al usar la aplicación. Ser podría destacar que la mayor dificultad que presentaban era el encontrar las opciones para añadir las anotaciones de insulina, glucosa y las comidas, sobre todo cuando realizaban la prueba sobre un dispositivo móvil (móvil o Tablet) donde los nombres de los botones de anotación no aparecen y los iconos no son muy intuitivos. Las respuestas de las preguntas realizadas tras las pruebas sobre la guía fueron muy parecidas: A todas las personas le gustó la idea de un gato por avatar, y los objetos personalizables graciosos. A algunas personas les resultó complicado el cómo se gestionan las anotaciones de hidratos de carbono y se sugirió que se cambiara de sitio los botones de diario, tienda y salir de la aplicación por los de anotaciones de registros.

La mayoría de los usuarios indicaron que utilizarían la aplicación en su día a día o que les hubiera gustado tenerla cuando su hijo/hija debutó.

Algunos usuarios indicaron que la información mostrada varía mucho en función de la persona: no a todos los usuarios les afecta la insulina o los hidratos de carbono ingeridos de la misma manera o incluso pueden tener hipoglucemia o hiperglucemia con distintos niveles de glucosa en sangre (puede variar en función del peso del usuario).

Por último se les proporcionó el cuestionario PSSUQ, al cual contestaron 5 de las personas entrevistadas (seguimos pendientes de la respuesta del resto).

Se considerará una buena usabilidad si se obtienen valores inferiores a las siguientes medias:

- **SYSUSE:** 2,80

- **INFOQUAL:** 3,02
- **INTERQUAL:** 2,49
- **EN GENERAL:** 2,82

La puntuación obtenida en estos tres grupos hasta el momento con las respuestas obtenidas es el siguiente:

- **SYSUSE:** 1,48
- **INFOQUAL:** 1,59
- **INTERQUAL:** 1,33
- **EN GENERAL:** 1,49

5.4 Conclusiones

Analizando los resultados finales con los usuarios podemos ver que hay ciertas partes de la aplicación que pueden quedar algo ocultas o poco visibles para el usuario, como es por ejemplo el botón para añadir un registro de comidas, insulina o glucosa.

Si analizamos los resultados obtenidos con el cuestionario PSSUQ podemos observar que de momento y que por lo general la aplicación tiene una buena usabilidad, aunque puede mejorar. Mirando el resultado de las preguntas PSSUQ hemos observado que las preguntas con menor valoración son los mensajes de error que proporciona el sistema y la rapidez con la que se puede resolver un problema usando la aplicación, por lo que deberíamos centrar nuestros esfuerzos en mejorar esas partes en un trabajo futuro.

Capítulo 6 - Conclusiones

Todo el mundo ha escuchado alguna vez de qué trata la diabetes y a qué problemas se enfrentan las personas que lo padecen, pero con este proyecto te das cuenta realmente de lo poco que se conoce del tema y lo poco visibilizado que está. Es por ello que cuando a una persona se le diagnostica la diabetes de tipo I, (que es la más severa) no sabe muy bien hasta qué punto cambiará su día a día.

Desde el primer momento que empecé con la fase de investigación me encontré con el problema de no conocer a ninguna persona que tuviera este tipo de diabetes a la que poder entrevistar. Finalmente di con una organización en Madrid que me ayudo a ponerme en contacto con gente a la que poder entrevistar y así, poco a poco pude ir haciendo contactos y realizando las entrevistas necesarias para la fase de investigación.

Para este proyecto se pretendía desarrollar una aplicación que ayude tanto a personas que han sido diagnosticadas con este tipo de diabetes como a los padres/madres/tutores de niños con diabetes tipo 1 e intentar hacerlo de manera divertida.

En un principio se pretendía desarrollar una aplicación que se centrara en el cuidado de un avatar con diabetes de tipo I, teniendo especial cuidado y aprendiendo qué se le debía de dar de comer, cuánto, cada cuanto tiempo, administrarle insulina... Pero finalmente nos dimos cuenta de que iba a causar un mayor impacto si el usuario se veía reflejado en el avatar, de manera que todo lo que le pasara a él le pasara también al avatar y que éste le indicara cómo solucionarlo. Es en este punto en el que se decide dar un cambio drástico en el diseño de la aplicación. El avatar ya no sería el centro de la aplicación sino una herramienta complementaria al control de la diabetes, haciendo esta tarea más motivadora e informativa.

Una vez se comenzó con el desarrollo, se decidió ir subiendo las versiones estables a un servidor, de manera que se pudiera ver a tiempo real cómo iba

quedando en distintos dispositivos. En este punto empezamos a investigar y a probar las distintas opciones que se nos presentaba: Azure y Heroku (23).

Una vez se terminó el desarrollo de la aplicación y se subió a Azure, se comprobó que los escenarios de aprendizaje funcionaran correctamente y se comenzó una evaluación con usuarios.

Este proyecto ha sido un gran reto y una experiencia muy enriquecedora. He podido aprender muchas cosas relacionadas con la diabetes, conocer historias de personas que han vivido y viven esta experiencia día a día además de poder enfrentarme a un proyecto de este nivel. Gracias a este proyecto me siento más confiada usando tecnologías punteras como son Angular y Node.js.

6.1 Trabajo futuro

Una vez hemos finalizado la aplicación existen acciones y mejoras que no se han podido realizar, pero que quedan pendientes para futuros desarrollos:

- **Gestión de acciones pendientes**

Actualmente en nuestra aplicación no pueden coexistir dos acciones pendientes: si por ejemplo existe la acción por parte del usuario de corregir una hipoglucemia y otra acción entra, automáticamente se borra la primera. Por lo tanto sería deseable tener la oportunidad de tener más de una acción pendiente de manera que se le diera al usuario la oportunidad de poder marcar como realizada acciones anteriores sin perderlas.

- **Control de premios**

En la actual versión de la aplicación se obtiene una moneda cada vez que se realiza un registro de glucemia. Eso puede incitar al usuario a introducir el mismo dato repetidas veces con el fin de obtener premios.

- **Nuevos tipos de anotaciones**

Como hemos podido comprobar en la fase de investigación y análisis de la competencia hay muchos tipos de registro que son muy útiles en el día a día de una persona con diabetes. Estos registros podrían ser de ejercicio realizado, medicamentos, peso, tensión arterial o incluso cetona y bolo.

- **Calculadora de bolo e insulina**

En las evaluaciones con usuarios se sugirió la idea de una herramienta que nos podemos encontrar en la mayoría de aplicaciones para la diabetes que es la calculadora de bolo y de insulina. Esta calculadora ayuda al usuario a saber la cantidad de insulina diaria que se tiene que suministrar en el día.

- **Logros**

Como hemos visto con la gamificación, los retos hacen que el usuario se mantenga motivado, por lo que se podría implementar una serie de retos diarios que hagan que el usuario tenga ganas de entrar y usar la aplicación.

- **Configuración a nivel de usuario**

En las entrevistas se comentó que a pesar de que los síntomas de los niveles de glucosa alto y bajos suelen ser comunes, es cierto que cada persona tiene un nivel de intolerancia a la insulina o distintos umbrales en los que un resultado de glucemia se considera hipoglucemia o hiperglucemia. Es por eso que sería interesante implementar configuraciones específicas por usuario, en los que puedan especificar estos valores.

- **Iconos más intuitivos**

Para la versión actual no hemos contado con iconos personalizados para cada opción, por lo que hay botones en las que sin un texto explicativo de lo que hacen no se intuye a qué se refiere, como es el ejemplo de los registros de insulina, glucosa e hidratos de carbono en la versión móvil.

Capítulo 7 - Conclusions

Everyone knows what diabetes is and which are the problems that someone with this disease has to face, but with this project you really realize how little are known about the subject and how little visibility it has. That is why when a person is diagnosed with diabetes type I, (which is the more severe) they don't really know how much their lifestyle is going to change.

From the first moment I started with the research phase I had a problem, which was that I didn't know anyone with this type of diabetes that I could interview. Finally, I found an org in Madrid that helped me get in touch with people I could interview and, from there, find people to interview to finish this research phase.

For this project we wanted to develop an application that could help not only people who has diabetes but parents or tutors of children with diabetes type I and try to do it in a fun way. The first idea was to create an application that was focused on the care of an avatar with diabetes type I, paying attention to what it was being fed, how much, how often, how many insulin applications applied... But in the end we realized that it would be better if the user saw him reflected in the avatar, in a way that everything that happens to the user would also happen to the avatar, and in this case the avatar would show the user how the problem can be solved. At this point is where we decide to make a drastic change in the design of the interface. The avatar would no longer be the center of the application but a complementary tool to diabetes managements, making this task more motivating and informative.

Once the development started, it was decided to deploy the stable versions of the application on a web server, so that we could see in real time how the application looked like on different platforms. At this point we started looking for the different options that we had for this purpose: Azure (20) and Heroku (22).

Once the development finished and was deployed to Azure, we checked that the learning scenarios worked correctly and we started an evaluation with end users.

This project has been a challenge and a great experience. I have been able to learn so many things related to diabetes, to know stories of people who have lived and

still live this experience every day and to be able to face a project of this level by my own. Thanks to this project I feel more confident using technologies such as Angular and Node.js.

7.1 Future work

Once the development of the app is finished, we can see that there are some features and improvements that we have not been able to finish, but that are pending for future development:

- **Required actions management**

With the current version of our application two pending actions can't coexist. For example: if the user has an action to correct a hypoglycemia and another action comes in, the first one is automatically removed. Therefore it would be nice to have the opportunity to have more than one pending action so that the user can mark previous actions as done without losing them before resolving it.

- **Prize management**

At the moment, the user wins a coin each time a blood glucose record is made. This may encourage the user to enter the same data repeatedly in order to obtain more coins.

- **New annotation types**

It would be nice to have more type of records such as exercise performed, medications, weight, blood pressure or even ketone and bolus.

- **Bolus and insulin calculator**

In the user interviews, the idea of having a bolus and insulin calculator was suggested. This calculator helps the user to know the daily amount of insulin needs to be applied during the day.

- **Achievements**

As we have seen with Gamification, challenges keeps the user motivated, so it would be nice to have a series of daily challenges that makes the user look forward to logging in and use the application.

- **Custom user configuration**

In the interviews it was suggested that although the symptoms of hypoglycemia and hyperglycemia are usually common, it is true that each person has a level of insulin intolerance or different thresholds at which a blood glucose result is considered hypoglycemia or hyperglycemia. That is why it would be interesting to implement specific settings per user, where they can specify these values.

- **Intuitive Icons**

In the current version we don't have customized icons for each option, so there are buttons that may not be very intuitive without an explicit explanation of what they do. For example blood sugar, carbohydrates or insulin annotation in the current view.

Apéndice A - Guión de entrevistas: Usuarios con diabetes de tipo I

1. ¿Qué actividad física practicas? ¿Cuánto tiempo a la semana?
2. ¿Cómo controlas las comidas?
3. ¿Me podrías contar qué comiste ayer?
4. (Para niños de menos de 10 años) ¿Necesitas ayuda para tomarte las medidas de glucosa o lo haces por tu cuenta?
5. ¿Cuántas veces al día te tienes que medir la glucosa en sangre? ¿Cómo lo haces? ¿Utilizas algún dispositivo para ello?
6. ¿Cuántas veces has tenido en las últimas semanas Hipoglucemia y qué has hecho para regularlo?
7. ¿Cuántas veces has tenido Hiperglucemia y qué has hecho para solucionarlo?
8. ¿Cuántas veces al día tienes que administrarte insulina? ¿Dónde lo haces?
9. ¿Tomas algún medicamento a parte de la insulina?
10. ¿Dónde apuntas la información diaria de los niveles de glucosa?
11. ¿Utilizas alguna aplicación del móvil relacionada con la diabetes? ¿Cuál?
12. ¿Me podrías contar cómo es un día normal?

Apéndice B - Guión de entrevistas para padres/madres/tutores de niños diabéticos

1. ¿Cuántos años tiene actualmente tu hijo/hija?
2. ¿A qué edad descubriste que tenía diabetes?
3. ¿Necesita ayuda para llevar al día el seguimiento de glucosa en sangre?
4. ¿En qué tareas crees que necesita más ayuda?
5. ¿Cuántas veces al día debe administrarle insulina? ¿Le ayudas?
6. Si es así, ¿Cómo controlas los niveles de azúcar cuando está fuera de casa? ¿Y las comidas?
7. ¿Qué dispositivo utilizas para el seguimiento de la glucosa en sangre?
8. ¿Utilizas alguna aplicación del móvil? ¿Cuál?
9. ¿Dónde te informaste por primera vez acerca de la glucosa de tipo 1 y de cómo llevarlo día a día?
10. ¿Toma medicamentos a parte de la insulina? ¿Cuál?
11. ¿Dónde apunta la información diaria de los niveles de glucosa?

Apéndice C - Evaluación con usuarios

1. ¿Te ha parecido difícil la aplicación?
2. ¿Me podrías poner un ejemplo?
3. ¿Habría algún elemento que cambiarías? Colores, posición, animación...
4. ¿Te ha parecido útil y veraz la información que se ha proporcionado en los distintos casos?
5. ¿Utilizarías esta aplicación en tu día a día?
6. ¿Te habría parecido útil tener la aplicación cuando te diagnosticaron la diabetes?

BIBLIOGRAFÍA

1. FreeStyle Libre. [En línea] <https://www.freestylelibre.es/libre/diabetes-blog/la-diabetes-a-traves-de-las-estadisticas.html>.
2. fedesp. [En línea] <https://fedesp.es/diabetes/insulina/>.
3. Fundación diabetes. [En línea] <https://www.fundaciondiabetes.org/infantil/177/tipos-de-diabetes-ninos>.
4. **Gaitán, Virginia.** Educativa. [En línea] <https://www.educativa.com/blog-articulos/gamificacion-el-aprendizaje-divertido/>.
5. Cayro the games. [En línea] <https://cayrothegames.wordpress.com/tag/objetivos-de-la-gamificacion/>.
6. Diabéticos por el mundo. [En línea] <https://www.facebook.com/groups/286063398250362/>.
7. EL GRUPO DE LOS PIRATAS CON DIABETES NsD ESPAÑA. [En línea] <https://www.facebook.com/groups/385000831652724/>.
8. Isla Diabetes. [En línea] <https://www.facebook.com/groups/694626307353607/about/>.
9. Libro de autocontrol en el paciente diabético en el Area de Salud de Ceuta. [En línea] https://ingesa.sanidad.gob.es/en/bibliotecaPublicaciones/publicaciones/internet/docs/Libro_Autocontrol_Pac_Diabetico.pdf.
10. Angular.io. [En línea] <https://angular.io/>.
11. Bootstrap. [En línea] <https://ng-bootstrap.github.io/#/home>.
12. Angular Material. [En línea] <https://material.angular.io/>.
13. SASS. [En línea] <https://sass-lang.com/>.
14. npm. [En línea] <https://www.npmjs.com/>.
15. Node.js. [En línea] <https://nodejs.org/es/>.

16. Express.js. [En línea] <https://expressjs.com/es/>.
17. MongoDB. [En línea] <https://www.mongodb.com/es>.
18. Mongoose. [En línea] <https://mongoosejs.com/>.
19. Github. [En línea] <https://github.com/>.
20. Azure. [En línea] <https://azure.microsoft.com/es-es/>.
21. MongoDB Atlas. [En línea] <https://www.mongodb.com/cloud/atlas>.
22. PSSUQ Questionnaire. [En línea] <https://uiuxtrend.com/pssuq-post-study-system-usability-questionnaire/>.
23. Heroku. [En línea] <https://www.heroku.com/>.
24. **NTS**. [En línea] <https://www.nts-solutions.com/blog/gamificacion-app.html>.